பொது நிலப்பொதியியல்

(GENERAL GEOLOGY)

ஆசிரியர்கள்
ஒ. லாஞ்ச், எம். இவனோவா,
என். ஸெபிதெவா.



தமிழாக்கம்: ம. ச. ஆனந்த்

த. பா. நி. (க.வெ.) வரிசை எண்—689

பொது நிலப்பொதியியல்

ஆசிரியர்கள்

ஒ. லாஞ்ச், எம். இவனோவா, என். லெபிதெவா

தமிழாக்கம்

ம. ச. ஆனந்த், எம்.எஸ்சி., எ.ஐ.எஸ்.எம்.,
விரிவுரையாளர், நிலப்பொதியியல் துறை,
அரசினர் பொறியியற் கல்லூரி,
சேலம்.

தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம்

First Edition—March, 1976

T.N.T.B.S. (C.P.) No. 689

© Government of Tamilnadu

GENERAL GEOLOGY

O. LANGE, M. IVANOVA, N. LEBEDEVA

Translated into English from Russian language by
DAVID SKVIRSKY

Translated into Tamil by
M. S. ANAND

Price Rs. 8-05

Published by the Tamilnadu Textbook Society under the Centrally Sponsored Scheme of Production of books and literature in regional languages at the University level, of the Government of India in the Ministry of Education and Social Welfare (Department of Culture), New Delhi.

Printed out of the Paper allotted by the Government of India.

Printed by
KALYAN PRINTERS,
1/10, Muniappa Mudali St.,
Madras-600 001.

பதிப்புரை

பொது நிலப்பொதியியல் என்ற இந் நூல் தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனத்தின் **689**ஆவது வெளியீடாகும். கல்லூரித் தமிழ்க் குழுவின் சார்பில் வெளியான **35** நூல்களையும் சேர்த்து இதுவரை **724** நூல்கள் வெளிவந்துள்ளன. இந் நூல் மைய அரசு, கல்வி, சமூக நல அமைச்சகத்தின் 'மாநில மொழியில் பல்கலைக்கழக நூல்கள் வெளியிடும் திட்டத்'தின் கீழ் வெளியிடப்படுகிறது.

மேலாண்மை இயக்குநர்
தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம்.

பொருளடக்கம்

அறிமுகம்

நிலப்பொதியியல் (Geology) என்பது நிலவுலகத்தைப் பற்றிய ஓர் அறிவியல். பல அறிவியல் துறைகள் நிலவுலகத்தைப் பற்றி ஆராய்கின்றன. இவை தனித்தனி பணிகளில் ஈடுபட்டுள்ளன; இவை கையாளும் செயல்முறைகளும் வெவ்வேறானவை. ஆகவே, மேலே குறிப்பிட்ட பொருள் வரையறையை (Definition) மேலும் விவரிக்க வேண்டும்.

நவீன நிலப்பொதியியல் நிலவுலகத்தின் வரலாற்றையும் வாழ்வையும்பற்றி ஆய்கிறது. இப் பணிக்கு ஏற்ப இது இரு கூறுகப் பகுக்கப்பட்டுள்ளது. சிலபோது இவ்விரண்டு பகுதிகளும் இருவேறு கல்வித் துறைகளாகவே கருதப்படுவதும் உண்டு.

(1) இயக்க (பௌதிக) நிலப்பொதியியல் (Dynamic or Physical Geology) என்பது நிலப்பொதியில் நடைபெறும் மாறுபாடுகளின் முறைகளையும் அவற்றின் காரணங்களையும்பற்றி ஆய்வது.

(2) வரலாற்று நிலப்பொதியியல் (Historical Geology) என்பது நிலப் பொருக்கில் காலத்திலும் வெளியிலுமாக நடைபெறும் மாற்றங்களைப்பற்றியும், புவிப் பொருக்குக்கும் உயிரியல் உலகின் வளர்ச்சிக்கும் இடையே உள்ள உறவைப்பற்றியும் ஆய்வது.

இந் நூல் உலகின் மேலும் அதன் உள்ளும் நடைபெறும் நிலப் பொதியியல் செயல்முறைகளை விவரிக்கிறது; புவிப் பொருக்கின் வரலாற்றைச் சுருக்கமாகக் கூறுகிறது; நிலப்பொதியியல்வயக் கால வரிசை ஒன்றைத் தருகிறது.

இந் நூலைப் படிப்பவர்கள் நிலப்பொதியியல் செயல்முறைகளை மேலும் முழுமையாகப் புரிந்துகொள்ளும்பொருட்டு இதன் ஆசிரியர்கள் விண்ணியல் (Astronomy), பௌதிகப் புவியியல் (Physical geography) ஆகியவற்றின் சிக்கல்களைப்பற்றியும் சிறிது நினைவைத் தூண்டியுள்ளதோடு வெளியில் ஞாலத்தின் இடத்தைப்பற்றியும் புவியின் பிறப்புப்பற்றிய பலவிதக் கோட்

பாடுகளைப்பற்றியும் விளக்கியுரைத்துள்ளனர். தாதுக் கனிமங்களையும் மற்றும் பரவலாகக் காணப்படும் கனிமங்களையும் பாறைகளையும் மக்கள் கண்டுகொள்ளவும் நிலப்பொதியியல் திசைகாட்டியைப் (compass) பயன்படுத்தவும், நிலப்பொதியியல் தலப்படத்தைப் புரிந்துகொள்ளவும், அதனின்று நிலப்பொதியியல் வெட்டுத் தளப்படங்களை வரையவும் கற்பித்தலே இந் நூலின் குறிக்கோள்.

அயவய (ferrous) மற்றும் அயவயமல்லாத உலோகவியல் (non-ferrous metallurgy), தீயிரை (fuel) மற்றும் வேதியியல் வயத் தொழில்துறைகள், வேளாண்மை, மற்றும் நாட்டின் பொருளியல் நலத்தின் மற்றக் கிளைத் துறைகள் ஆகிய பலவும் கனிமங்களையே நம்பியுள்ளன. இக் கனிமங்களைத் தேடிக் கண்டுபிடிக்கவும் வெட்டி எடுத்துப் பயன்படுத்தவும் தேவையான அறிவை நிலப்பொதியியல் அளிக்கிறது. புவிப்பொருக்கின் வேதியியல் கூட்டமைவையும், வரலாற்றையும், கட்டமைப்பையும் ஆய்வதால் நிலப்பொதியியலாளர் நிலவுலகத்தின் கருவூலத்தே மறைந்துள்ள செல்வத்தை வெளிப்படுத்தவும், இச் செல்வத்தை எடுத்துப் பயன்படுத்தத் திறமையான முறைகளை உண்டாக்கவும் செய்கின்றனர். மேலும், நிலப்பொதியியல் பயந்துள்ள தகவல்கள் கட்டடக் கலைக்கு மிக முக்கியமானவை. பெரிய தொழிற்கூடங்கள், பொதுக் கட்டடங்கள், இரயில் பாதைகள் நில எண்ணெய்–நிலவாயுக் குழாய் வழிகள், குடைவுகள், பாலங்கள், அணைகள், நீர்த்தேக்கங்கள் ஆகியவற்றைக் கட்டுபவர்களுக்குக் கட்டடத் தலத்திலும், அதன் சுற்றுவட்டாரத்திலுமுள்ள பாறைகளின் அமைப்பைப்பற்றிய அடிப்படை நிலப்பொதியியல் தகவல்களும், அப் பாறைகளின் வேதியியல் கூட்டுபற்றியும், அவை எவ்வகையான நிலைமையில் உண்டாயின, அவற்றை மாற்றியுள்ள செயல் முறைகள் யாவை, இவை எதிர்காலத்தில் எவ்வாறு இயங்கும் என்பனபற்றியும் தெரிந்திருக்கவேண்டும்.

மனிதன் எப்போதுமே நிலப்பொதியியலில் அக்கறை காட்டிவந்துள்ளான் என்பது, நவீன காலத்தின் தொடக்கத்துக்கு வெகுமுன்பே மனிதன் உலோகங்களை உற்பத்திசெய்யக் கற்றுக் கொண்டான் என்னும் உண்மையால் வெளிப்படுகிறது. ஆனால், 19ஆம் நூற்றாண்டின் முதல் பாதியில்தான் புவி வரலாற்றின் கால வரிசை முதன்முதலாகத் தொகுக்கப்பட்டது; மலைகளின் ஆக்கம்பற்றிய கொள்கைகளும் வெளியிடப்பட்டன.

ஐரோப்பா, ஆசியா, அமெரிக்கா ஆகிய நாடுகளின் பெரும் பரப்புகளில் நடத்திய ஆய்வுகளின் பயனாகப் பெருவாரியான

உண்மைகள் வெளிப்பட்டன. இவையே அறிவியல் பொது விதிகளின் அடிப்படைகளை அளித்துள்ளன.

நிலப்பொதியியலின் அடிப்படைகளை உருவாக்கப் பல ரஷிய, மேற்கு ஐரோப்பிய, அமெரிக்க அறிவியலாளர்கள் உதவியுள்ளனர். ரஷ்ய நிலப்பொதியியலாளர்களுள் மிக்கேல் லேமோனோசோவின் (1711–1765) பெயரை முக்கியமாகக் குறிப்பிட வேண்டும். இவர் புவியின் பிறப்புப்பற்றியும்; அதன் நிலப்பொதியியல் அமைப்புப்பற்றியும் பல முக்கியக் கருத்துகளை வெளியிட்டார்; சுரங்கவியலின் (mining) வளர்ச்சிக்குப் பலவும் செய்தார். 18ஆம் நூற்றுண்டின் முடிவிலும் 19ஆம் நூற்றுண்டின் தொடக்கத்திலும் வாஸிலி செவர்கின் என்பவர் கனிம இயலிலும் (mineralagy), நிக்கோலய் கோக்ஷரோவ் என்பவர் படிகவியலிலும் (crysallography), டிமிட்ரி ஸொகோலோவ் என்பவர் நிலப்பொதியியலிலும் போற்றத்தக்க ஆய்வுகளை நடத்தினர். 19ஆம் நூற்றுண்டின் இரண்டாவது பகுதியிலும், 20ஆம் நூற்றுண்டின் தொடக்கப் பகுதியிலும் நிலப்பொதியியல் துறையில் முக்கியமான பங்கு கொண்டவர்களுள் கென்னடி ரோமனேவ்ஸ்கி, அலெக்சாண்டர் கார்பின்ஸ்கி, விளாடிமிர் ஒப்ருசெவ், ஐவான் குப்கின், ஆண்ட்ரை ஆர்க்கேஞ்சல்ஸ்கி ஆகியோர் நிலப்பொதியியலிலும், விளாடிமிர் கோவாலெவ்ஸ்கி, நிக்கோலய் யாக்கோவ்லெவ், அலெக்ஸை போரிஸ்யாக், அலெக்ஸை பாவ்லோவ், M. V. பாவ்லோவ் ஆகியோர் தொல்லுயிரியலிலும் (palaeontology), யெவ்க்ராஃப் ஃபயோடோரோவ் படிகவியலிலும், விளாடிமிர் வெர்னட்ஸ்கி, அலெக்ஸாண்டர் ஃபெர்ஸ்மான், ஃப்ராண்ட்ஸ் லெவின்ஸன்–லெஸ்ஸிங் ஆகியோர் பாறை அமைப்பியலிலும் (petrography), புவிவேதியியலிலும் (Geochemistry) பெயர் பெற்றவர்கள்.

வெளிநாடுகளில் 19ஆம் 20ஆம் நூற்றுண்டுகளின் பெயர் ஆய்வாளர்களில் வில்லியம் ஸ்மித்தும் (கிரேட் பிரிட்டன்), ஜியார்ஜஸ் குவியரும் (ஃபிரான்ஸ்) படிவு அடுக்குகளின் வரிசைகளை அறிய உயிரினங்களின் புதைபடிவங்கள் (fossils) பெரிதும் உதவியாக உள்ளன என்பதை நிரூபித்தனர். சார்லஸ் லயல் (கிரேட் பிரிட்டன்) நிலப்பொதியியலில் தற்கால நிகழ்ச்சிகளின் அடிப்படையில் கடந்த காலத்தை ஆயும் மெய்ந்நடப்பு (actualistic) முறையைப் புகுத்தினர்; எட்வார்ட் ஸுயஸ் (ஆஸ்ட்ரியா) புவிப் பொருக்கின் அமைப்பைப்பற்றி ஆய்ந்தார்; E. ஹாவ்க் (ஃபிரான்ஸ்) கடலடித் தொய்வுக் கொள்கையை (Geosynclinal Theory) உண்டாக்கினர்; ஆல்பர்ட் ஹைய்ம் (ஸ்விட்ஸர்லாந்து), லியோபோல்டு கோபர் (ஆஸ்ட்ரேலியா);

ஜேம்ஸ் டீவைட் டாஞ (அ.ஐ நா.) ஆகியோர் புவிப் பொறைப் பிறழ்ச்சிகளைப் பற்றி (tectonics) ஆராய்ச்சிகளைச் செய்தனர்; ஆல்ப்ரெட் லோதர் வெகினர் (ஜெர்மனி) உருகிய பாறைக் குழம்பாலான (magma) தளத்தின்மேல் கண்டங்கள் மிதக்கின்றன என்னும் கொள்கையை உண்டாக்கிஞர்.

சோவியத் அறிவியலாளர்கள் ரஷ்யாவின் சுரங்கவியல் தொழில்துறைக்கு வேண்டிய கச்சாப் பொருள்களின் மூல இருப்பு களை விரிவாக்குவதற்கும் நிலப்பொதியியல் கொள்கையை உருவாக்குவதற்கும் பலவகையிலும் உழைத்துள்ளனர். சோவியத் நாட்டின் பரந்த செயல் விளைவுள்ள பொருளாதார வளர்ச்சித் திட்டங்கள் இதற்கு உதவியாக இருந்து வருகின்றன. சோவியத் நாட்டின் மாபெரும் பரப்பும் அதன் நிலப்பொதியியல் அமைப்பின் பல்வகைமையும் (diversity) நிலப்பொதியியல் ஆய்வுகளை நடத்தவும் பொதுமைப்பாடுகளை (generalisations) ஏற்படுத்தவும் நல்ல வாய்ப்பைத் தருகின்றன.

கடந்த பல பத்தாண்டுகளில் சோவியத் நிலப் பொதியிய லாளர்கள் அய்வய, அயவயப்படாத கனிமங்கள், அரிய உலோகங்கள் (rare metals) மற்றும், பல கனிமங்கள் ஆகிய வற்றின் புதிய இருப்புகளைக் கண்டுபிடித்துள்ளனர். இன்று சோவியத் தொழில்துறை தனக்கு வேண்டிய எல்லாக் கச்சாப் பொருள்களையும் பெற்றுள்ளது. யூரல் மலைகளின் கிழக்குச் சரிவு களிலும், டிக்வின் பகுதியிலும், உக்ரெய்னிலும் மற்றும் சோவியத் நாட்டின் மற்றப் பல பகுதிகளிலும், மிகப்பெரிய அலுமினியப் படிவுகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. இந்தப் பகுதிகளில் பாக்சைட் (Bauxite) எனப்படும் அலுமினியத் தாது இருப்பதாகப் பல ஆண்டுகளுக்கு முன்பே பேராசிரியர் ஆண்ட்ரை ஆர்கேஞ் ஜல்ஸ்கி வற்புறுத்தி இருந்தார்.

படிவுப்பாறைகளும் தணற்பாறைகளும் ஒன்றன்மேல் ஒன்று படும் இடங்களில், மட்டுமல்லாது, இத்தகைய இடங்களுக்கு வெகு தொலைவான இடங்களிலும், கடலோரப் பகுதிகளிலும் உகவியுக் கத்தால் மாறுபடும் பாறைப் பொருக்குகளிலும்கூட அயத்தாதுக் கள் உண்டாகின்றன என்பது போன்ற தற்போதைய கொள்கை களின் பயஞக மிகப்பெரிய அயத்தாதுப் படிவுகளைக் கண்டுபிடிக்க முடிந்தது.

பேராசிரியர் ஐவான்குப்கின் மண்ணெய் நிலவாயுப் படிவு களின் பிறப்புப் பற்றிய கொள்கையை உருவாக்குவதில் முக்கியப் பங்குகொண்டார். இவருடைய உய்த்துணர்வுக் குறிப்புகளால் பல மண்ணெய், நிலவாயுப் படிவுகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன.

யாகுடியாவிலுள்ள (Yakutia) வைரப் புலன்களைக் கண்டு பிடிப்பதற்குப் பெரும்பாலும் கருத்தியல் முற்கூற்றுகள் (Theoretical premises) காரணமாய் இருந்தன.

நிலநீரியல் (hydrogeology), பொறியியல் வய நிலப் பொதியியல், பாறைப் பிறழ்ச்சியியல் (geotectonics), நிலப்பனி உறைவியல் (geocryology), எரிமலையியல் (volcanology), தொல்லுயிரியல் (palaeontology) மற்றும் பல கல்வித்துறைகளும் நிலப் பொதியியல் வய ஆய்வுகளால் திறம்பட வளம் பெற்றுள்ளன; மேலும், பல புதிய நிலப்பொதியியல்வயக் கல்வித்துறைகளும் உண்டாக்கப்பட்டுள்ளன. சோவியத் அறிவியலாளர்களான விளாடிமிர் வெர்னாட்ஸ்கி, அலெக்ஸாண்டர் ஃபெர்ஸ்மான் ஆகியோரின் ஆய்வுகளின் விளைவாக உண்டான புவிவேதியியல்துறை (geochemistry) புவிப் பொருக்கிலுள்ள வேதியியல் கனிமங்களின் வரலாறு பற்றியும் அவை எவ்வாறு பரவியுள்ளன என்பதன் விதிமுறைகளைப் பற்றியும், பல்வேறான பௌதிக, வேதியியல் சூழ்நிலைகளில் இவை எவ்வாறு இயங்குகின்றன என்பதுபற்றியும் ஆய்ந்துணர்கிறது. பூபௌதிகவியல் (geophysics) புவி முழுமையிலும் பகுதிகளிலுமாகப் பெற்றுள்ள பௌதிகத் தன்மைகளைப் பற்றிப் பல வகையான ஆய்வுக் கருவிப் புலக்காட்சிகளைக் கொண்டு (observations) கண்டறிகிறது. கனிமப் படிவுகளைத் தேடிக் கண்டுபிடிப்பதில் பூபௌதிக முறைகள் மிக முக்கியமானவை. புவியின் பொருக்கு, அதன் பிறப்பு, காலப்போக்கில் அதில் ஏற்படும் மாறுதல்கள் ஆகியவற்றைப் பற்றி ஆய்வதில் பௌதிகவியல், வேதியியல், உயிரியல் ஆகிய துறைகளின் அடிப்படைக் கொள்கைகளையும் நிலப் பொதியியல் பயன்படுத்துகிறது. ஆனால் நிலப்பொதியியல் ஆய்வுமுறைகள் வேதியியல், உயிரியல் ஆகிய துறைகளில் கையாளப்படும் முறைகளிலிருந்து பெரிதும் மாறுபடுகின்றன. பௌதிகவியல், வேதியியல், உயிரியல் ஆகியவற்றில் பலவகையான விதிகள் செயல்முறைகளால் தேர்ந்து உருவாக்கப் படுகின்றன. நிலப் பொதியியலில் இவ்வாறு செயல்முறைகளைக் கையாள்வது மிகவும் கடினம். எடுத்துக்காட்டாக, மலைவளர்ச்சிக்கு வேண்டிய சூழ்நிலைகளைச் செயல்முறையால் உண்டாக்க முடியாது. மலைத்தொடர்கள் பல மில்லியன் ஆண்டுகளாகச் செயல்படும் கிளர்ச்சிகளால் உண்டாகின்றன.

ஆயினும், சோவியத்நாடு உள்படப் பல நாடுகளில் பலவித நிலப்பொதியியல் செயல்முறைகளை உருப்படிவங்களைக்கொண்டு சோதனை செய்து ஆய்கின்றனர்.

பாறைகளின் வரிசையான அடுக்கமைப்புகளையும் (நில அடுக்கியல்–stratigraphy) அவற்றின் அமைப்பியல்புகளையும் (பாறைப் பிறழ்ச்சியியல்-tectonics), கனிமக் கூட்டு முறையையும் (பாறை அமைப்பியல்–petrography), அவற்றில் பாதுகாக்கப்பட்டுள்ள புதைபடிவ உயிரினங்களையும் தாவரங்களையும் கொண்டு அவற்றின் சார்பு வயதையும் நிலப்பொதிகளில் நேர்முகமாகக் கூர்ந்து கவனித்து அறிவதே நிலப்பொதியியலின் முக்கிய ஆய்வு முறையாகும்.

சோவியத் அறிவியலாளர்கள் தாம் கற்றுவரும் செயல் முறைகளின் உள்ளியல்புகளை மேன்மேலும் ஆழ்ந்து அறிவதில் முற்பட்டுள்ளனர்: விவரங்களை இயற்பொருள் வாதமுறை ஆராய்ச்சிகளுக்கு (dialectical materialism) உட்படுத்திப் பொதுமைப்படுத்துகின்றனர்; உலகின் மிகத்தொன்மையான காலங்களில் நடைபெற்ற நிலப் பொதியியல் செயல்முறைகளைப் பற்றிய கோட்பாடுகளை ஒழுங்குமுறையாக எடுத்துக் காட்டினர்.

நேர்முகமாகக் காணமுடியாதபடி மிகுந்த ஆழங்களில் உள்ள பாறை அடுக்குகளின் அமைப்பை எரிமலைக் கிளர்ச்சிப் பொருள்களைக்கொண்டு ஆய்ந்தறிகின்றனர். புவியினூடே செல்லும் நிலஅதிர்ச்சி அலைகளையும், நிலஅதிர்ச்சிகளையும் பற்றிய ஆய்வுகள் புவியிலுள்ள பொருளின் நிலையினைப்பற்றிச் சில எண்ணங்களை உருவாக்க உதவுகின்றன. நில வெப்பத் தோற்றப்பாடு பற்றிய அறிவால் பல முக்கிய முடிபுகளை நிலைநாட்டியுள்ளனர். புவிப் பொருக்கு உண்டான முறைமையிலும், கண்டங்களுக்கும் கடல்களுக்கும் இடையே உள்ள எல்லைகளில் மெல்ல, ஆனால் இடைவிடாது நிகழும் மாறுதல்களிலும் வெப்ப ஊற்றுப் போன்ற மற்றும், பல தோற்றப்பாடுகளிலும் உலகினுள் உள்ள பேரளவு வெப்ப இருப்பு முக்கியப் பங்குகொண்டுள்ளது என்பதை இத் துறையில் கண்டுள்ள புலக்காட்சிகள் காட்டியுள்ளன.

புவியின் பற்பல போர்வைகளினூடே நிலஅதிர்ச்சி அலைகள் ஊடுருவிச் செல்வதை ஆய்ந்தறியவும், புவியின் காந்தக் கவர்ச்சியையும், புவியீர்ப்பு விசைகளின் பரப்பீடு மற்றும் பல தோற்றப் பாடுகளையும் பற்றி ஆய்ந்தறியவும் உதவியாகவுள்ள நில அதிர்ச்சி வரையியல் (seismometry), நிலக்காந்த அளவியல் (magnetometry), புவிக்கவர்ச்சி அளவியல் (gravimetry) முதலிய கருவிவய பூபௌதிக ஆய்வு முறைகள் புவிப்பொருக்கு அமைப்பின் பல மறைபொருள்களை வெளிப்படுத்த அறிவியலாளர்களுக்கு உதவியுள்ளன.

புவியின் பிறப்பு, அதன் பௌதிக, வேதியத் தன்மைகள்

கோளவெளியில் புவி

புவி சூரிய மண்டலத்தின் (solar system) கோள்களில் ஒன்று. இது இந்த மண்டலத்திலுள்ள மற்ற எல்லாக் கோள்களையும் போலச் சூரியனைச் சுற்றி வருகிறது. சூரியனைச் சுற்றும் கோள்கள் சூரியன் செல்வதாகத் தோன்றும் கதிர்வீதித் தளத்தில் (plane of the ecliptic) இடம்பெற்றுள்ளன. இத் தளத்துக்கும் சூரியனின் நடுக்கோட்டுக்கும் இடையே 7° கோணம் உள்ளது.

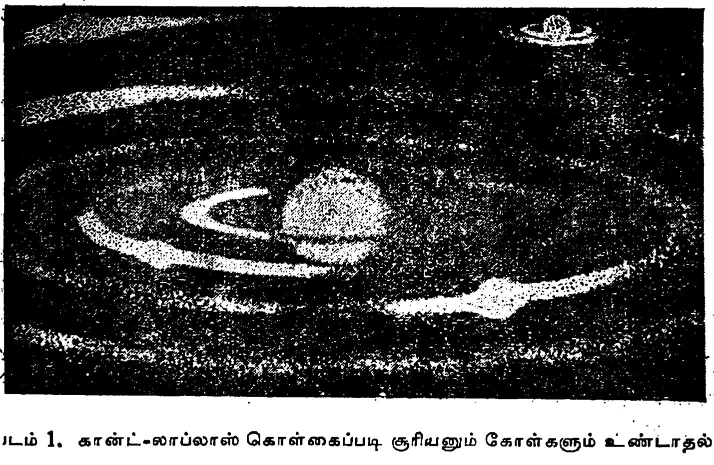
சூரிய மண்டலமும் மற்றும் முழு அகண்டமும் (universe) எவ்வாறு உண்டாயின என்பது கருத்தியல்படியும் செயலியல்படியும் மிக முக்கியமான பிரச்சினை.

வான்வெளியிலுள்ள கோளப் பொருள்கள் அனைத்துமே ஒரே விதப் பொருளிலிருந்தே உருவாகியுள்ளன என்று எல்லா அறிவியலாளர்களும் ஒப்புக்கொள்கின்றனர். சூரிய மண்டலத்தின் பிறப்பை விளக்கத் தெளிவான பல கோட்பாடுகள் உருவாக்கப் பட்டுள்ளன. முதன்மையாக எழுந்தவற்றுள் ஒன்று இம்மான்யுவல் கான்ட் (1724-1804) 1755ஆம் ஆண்டில் வெளியிட்ட கோட்பாடாகும்.

அகண்டம் இயலுலக வெளியை (cosmic space) நிரப்பியிருந்த முதன்மைப் பொருளால் ஆனது என்று கான்ட் உரைத்தார். தோற்றவயப்படி கட்டியான இந்தப் பொருளின் துகள்கள் அசைவற்று இருந்தன. ஆனால், இவற்றின் அடர்த்தியும் (density) பொருண்மையும் (mass) ஒன்றுக்கொன்று மாறுபட்டிருந்தன. அவை ஒன்றைஒன்று ஈர்ப்பதால் இடம்பெயர ஆரம்பித்துத் தனித் தனியாகச் செறிவடைந்து உறைந்தன. இந்த உறைவுப்பிழம்பு

களும் தொடர்ந்து ஒன்றையொன்று ஈர்த்தன; பெரிய உறைவுப் பிழம்புகள் சிறிய உறைவுப்பிழம்புகளைத் தம்பால் ஈர்த்தன. இவ்வாறு பெரிய பெரிய பொருண் முடிச்சுகள் உண்டாயின. ஈர்ப்புச் சக்தியோடு கூடவே இடைசெறிவு ஆற்றலும் (repulsion) இருந்தது; இதனுல் ஒன்றன்மேல் ஒன்று முட்டும் துகள்கள் பல திசைகளில் தெறித்தோடவும் செய்தன. திரும்பத் திரும்ப எத்திசையில் அதிகமாகத் துகள்கள் தெறித்தோட நேர்ந்ததோ அதுவே முனைப்பாகிப் பொருள் திண்மங்களாலான முடிச்சுகள் பெரிய முடிச்சுகளைச் சுற்றி ஒரே திசையில் சுற்ற ஆரம்பித்தன. இவை சூரியன் என்று சொல்லக்கூடிய ஒரு நடுப் பிழம்பைச் சுற்றிவந்தன.

சூரியனைச் சுற்றிவந்த துகள்கள் விண்கற்களின் சொரிவினுல் உண்டான வளையங்களைப் போல் தோற்றமளித்தன; இந்தச் சொரிவில் பல கவர்ச்சி மையங்கள் இருந்தன. இவையே பிற்காலக் கோள்களின் கருமையங்களாயின. இவ்வாறு ஈர்ப்புச் சக்தியினுல் எல்லா விண்கற்களும் மெதுவாகச் சூரியனைச் சுற்றும் கோள்களின் மண்டலமாக மாறின (படம் 1.)



படம் 1. காண்ட்-லாப்லாஸ் கொள்கைப்படி சூரியனும் கோள்களும் உண்டாதல்

*1796*ஆம் ஆண்டு பியரி லாப்லாஸ் (*1748-1827*) சூரிய மண்டலமும் மற்றக் கோள்களும் எவ்வாறு பிறந்தன என்பது குறித்து இதே போன்ற ஒரு கோட்பாட்டை வெளியிட்டார். இதன்படி சூரியன், கோள்கள் (planets), துணைக்கோள்கள் (satellites) ஆகியவை எந்தப் பொருளால் ஆகியுள்ளனவோ அப்பொருள் முன்னொரு பொழுது நெபுலா (nebula) எனப்படும் மிக அகல்வான (rarefied) வாயுமேகமாக இருந்தது; இது சுழன்று

கொண்டிருந்தது. இந்தச் சுழற்சிக்குக் காரணம் தெரியாது. துகள்களுக்கு இடையே உள்ள கவர்ச்சியின் காரணமாக இந்த நெபுலா மேகம் அதன் மையத்தில் குளிர்ந்து இறுகத் தொடங்கியது; இதுவே பின்னர்ப் பழைய சூரியனானது. முதன் முதலில் சூரியன் அதைச் சூழ்ந்தவாறு நிதானமாகச் சுழன்றுகொண்டிருந்த நெபுலாவால் மூடப்பட்டிருந்தது. சூரியனுக்கு வெகு அருகே இருந்த துகள்கள் இவ்வாறாகச் சிறிய விட்டமுடைய கோள்வழிகளில் (orbits) சுழன்றன. அதே சமயம் தொலைவில் இருந்தவை அதே நேரத்தில் பெரிய விட்டமுடைய கோள்வழிகளில் சுழன்றன. ஆகவே, மையத்தைவிட்டுத் தொலைவாகப் போகப்போக ஈர்ப்புக் குறைந்துகொண்டே வந்தது; சுழல்வீச்சு விசை (centrifugal force) அதிகரித்துக்கொண்டே சென்றது. மையத்திலிருந்து ஒரு குறிப்பிட்ட தூரத்தில் இவை இரண்டும் ஒரு சமன்பாட்டை அடைந்தன. ஒரு குறிப்பிட்ட தொகுதியை மற்றவற்றிலிருந்து பிரிக்கும் எல்லைக்கோடு இந்தப் புள்ளியினூடே சென்றது.

குளிர்ந்த வெளியில் சுழலும் நெபுலா மெல்ல மெல்ல வெப்பத்தை இழந்து குளிர்ந்துகொண்டே வந்ததால் சுருங்கிக் கொண்டேயும் வந்தது. இதனால் அதன் சுழற்சி அதிகமானது; இவ்வாறு விரைவு அதிகரித்துக்கொண்டே போய் ஓரளவுக்கு மிஞ்சியதும், உள்ளிழுக்கும் ஈர்ப்புச் சக்தியைவிடச் சுழல்வீச்சு விசை அதிகமாய் விட்டது. இதனால் நெபுலா அதன் கோள உருவத்தை விட்டு மெல்ல மெல்லப் பிசகி மேலும் மேலும் நீளமாகும் நீள்வட்டச் சுழற்சி வடிவத்தைப் (spheroid) பெற்றது; நெபுலா தன் கோள நடுக்கோட்டில் பல மெல்லிய வளையங்களாகத் தகர்ந்தது. சீரற்ற முறையில் குளிர்ந்ததால் இந்த வளையங்கள் உடைந்து தூளாயின. இத் துகள்களுக்கு இடையே ஏற்பட்ட கவர்ச்சியினால் சூரியனைச் சுற்றிவரும் கோள்கள் உண்டாயின (படம் 1).

கான்டின் கோட்பாட்டை மற்றவர்கள் கவனிக்கவில்லை. ஆனால், லாப்லாஸின் புதுக் கருத்துகள் வெளியான உடனே மக்களால் மிகவும் பாராட்டப்பட்டன. அவை 19ஆம் நூற்றாண்டின் விண்ணியல் வளர்ச்சியில் பெரும் பங்கு கொண்டன. சூரியன் தன் அச்சில் சுற்றும் அதே திசையில் ஏன் கோள்கள் சூரியனைச் சுற்றுகின்றன; அவற்றின் சுழற்சிப் பாதைகள் ஒரே தளத்தில் ஏன் உள்ளன; அவை சூரியன் சுழலும் அதே திசையில் தத்தம் அச்சுகளில் ஏன் சுழல்கின்றன என்னும் பலவற்றையும் லாப்லாஸின் கோட்பாடு விளக்குகிறது. ஏறக்குறைய ஒன்றே போலுள்ள கான்ட், லாப்லாஸ் ஆகிய இருவர் கோட்பாடுகளும் இன்று கான்ட்-லாப்லாஸ் கோட்பாடு என்று ஒன்றாகவே போற்றப்படுகின்றன.

அகண்டம் பற்றியும், சூரிய மண்டலம் பற்றியும் பின்னர் நடந்த ஆராய்ச்சிகள் கான்ட்-லாப்லாஸ் கொள்கைக்கு எதிர் மாறான பல உண்மைகளைக் காட்டின. எடுத்துக்காட்டாக, ஒரு சில கோள்களின் துணைக்கோள்கள் அக் கோள்களைப் போல் அல்லாது அவற்றுக்கு எதிர்த் திசைகளில் சுழல்கின்றன. (இது யுரேனஸ், ஜூபிடர் ஆகியவற்றின் சில கோள்களில் காணப்படும் உண்மை).

அகண்டவியலுலகப் படைப்புப்பற்றிய மற்றக் கோட்பாடுகள் (மௌல்டன், ஜீன்ஸ் மற்றவர்கள்) கான்ட்-லாப்லாஸின் கோட்பாட்டை அடிப்படையாகக் கொண்டு 20ஆம் நூற்றாண்டில் வளர்ந்தவை.

கடந்த சில பத்தாண்டுகளில் அகண்டவியலுலகக் கோட்பாடுகளை வளர்த்து வந்த சோவியத் அறிவியலாளர்கள் 19ஆம் நூற்றாண்டிலும் 20ஆம் நூற்றாண்டின் தொடக்கத்திலும் வெளியிடப்பட்ட அறிவியல் கருத்துகளில் மிக முக்கியமான திருத்தங்களைச் செய்துள்ளனர். இவர்களுள் ஒருவரான ஓட்டோ ஷ்மிட் முன்னுள்ளவர்களின் கோட்பாடுகள் பண்பு சார்ந்தவையாக மட்டுமே இருந்ததால் ஏற்றுக்கொள்ளத் தக்கவை அல்ல என்று கருதினார். நவீன அகண்ட வெளியியல், கணிதவியல், புள்ளியியல் முறைகளை அடிப்படையாகக் கொண்ட அளவு சார்ந்ததாகவும் (quantitative) இருக்கவேண்டும் என்று அவர் கூறினார்.

1944-ல் ஷ்மிட் புதிய கோட்பாடு ஒன்றை வெளியிட்டார். சூரிய மண்டலத்தின் கோள்கள் ஒரு வாயுத்துகள்வய நெபுலா விண்மீன்களுக்கு இடையேயுள்ள அகண்டவெளியில் சென்று கொண்டிருந்தபோது சூரியனால் ஈர்க்கப்பட்டதால் உண்டாயின என்று இவர் கருதினார்.

சூரியனைச் சுற்றிவந்த திண்ம விண்கற்றூறுகள்கள் ஈர்ப்புச் சக்தியின் சூழ்வலிவாற்றலில் சிக்குண்டு ஒன்றாகத் திரண்டு கோள்களை உண்டாக்கின. இச் செயல்முறை கோள்துகள்-சொரிவு செறிவாக இருக்கும்வரை தீவிரமாக நடந்தது. கடந்த 2000 மில்லியன் ஆண்டுகளில் நம் புவியின்மேல் விழுந்து சேர்ந்த விண்கற் பொருள் மிகவும் சிறிதளவானதே. புவியினுள் விண்கற் பொருள் மீண்டும் பரவுதல் பாய்ம நிலையைக் கடக்காமலே பாகும-குழைமப் பதத்திலுள்ள ஊடகத்தில் மட்டுமே நடந்தது. ஸ்மித்தின் கருத்துப்படி, புவி எப்போதுமே வெம்மையாக இருந்ததில்லை. அதன் சராசரி வெப்பம் 4°-க்குமேல் இருந்ததில்லை. புவி பின்னர்ச் சூடேறக் காரணம் சில கதிரியக்கத் தனிமங்களின் சிதைவேயாகும்.

ஸ்மித்தின் கோட்பாடு சூரிய மண்டலத்தின் எல்லா அமைப்புக் கூறுகளையும் எளிதில் நம்பத்தக்க முறையில் விளக்குகிறது.

இது வட்டமான கோள்வழி, கோள்களின் சுழற்சி, கோள்கள் ஏன் வெவ்வேறளவு இடைவெளி விட்டவாறு உள்ளன என்பது பற்றிய விதிகள், கோள்களைப் பேரளவுள்ள கோள்கள் என்றும் தரைக்குரிய கோள்கள் (terrestrial) என்றும் இரண்டு விதமாகப் பிரிக்கும் பாகுபாடு ஆகியவற்றை விளக்குகிறது. மேலும், இக் கொள்கை சூரிய மண்டலத்தில் பரவியுள்ள பொருண்மை (mass), இயங்குவிசை (momentum) ஆகியவற்றின் பெரிய சிக்கலை விளக்குகிறது. எவ்வாறெனில், கோள்கள் தத்தம் இயங்குவிசை அளவுகளை விண்வெளியில் மாபெரும் கேலக்சியின் சுழற்சி இயக்க விசையிலிருந்து பெற்றுள்ளன என்றும், ஒரு வாயு-துகள் மேகம் பிடிபட்ட போது இவ்வாறு நிகழ்ந்தது என்றும் இக் கொள்கை புனைந்து கொண்டுள்ளது.

ஸ்மித்தின் கொள்கையில் ஒரு தளர்வு இருந்தது. அதாவது, சூரியனைச் சுற்றி இருந்ததாக நினைக்கும் கோள்களின் ஆக்கத்துக்கு அடிகோலிய பொருளான விண்கல் துகள்-வாயு மேகம் எவ்வாறு பிறந்தது? கேலக்சியில் இத்தகைய மேகத்தைச் சூரியன் பிடிக்க வாய்ப்பு இருந்தது என்பதை மூன்று திண்மப் பொருள்கள் ஒன்றோடொன்று கலந்தியங்கும் தன்மையைக் கொண்டு கணிதப்படி நிரூபித்துள்ளனர். எனினும், அகண்டத்தில் கோள்கள் உண்டான விதத்தை ஒரு வியப்பான தோற்றப்பாடு என்னும் அளவுக்கு இத் தகைய வாய்ப்பு மிகவும் அரிதானது. இது, அறிவியலாளர்களைச் சூரியனைச் சுற்றி வாயுத்துகள் மேகம் உண்டானதற்கு மற்ற விளக்கங்களை நாடுமாறு கட்டாயப்படுத்தியது.

V. A. அம்பார்ட்ஸூம்யான் (Ambartsumyan, V. A.) என்னும் சோவியத் விண்ணியல் பௌதிக அறிவியலாளரின் ஆராய்ச்சிகள் இது சம்பந்தமாக முக்கியமானவை. அகல்வான (rarefied) வாயுத்துகள் நெபுலாக்களில் தொடர்ந்தாற்போல் பொருள் உறைந்து உருவாகிக்கொண்டே இருப்பதை இவர் நிரூபித்தார்.

V. G. ஃபெசெங்க்கோவ் (Fesenkov, V. G.) என்னும் சோவியத் விண்ணியலாளர், இந்த உண்மையின் அடிப்படையில் சூரியனும் அதைச் சுற்றிவரும் கோள்களும் ஒரு பொதுவான வாயு-துகள் ஊடகத்திலிருந்து உண்டாயின என்னும் கோட்பாட்டை உருவாக்கினர். இவருடைய கோட்பாட்டின்படி, சூரியன் ஒரு

சாதாரண விண்மீனாக உருவம் பெற்றபோது அதன் மாபெரும் பொருண்மைஅளவும் மிக விரைவான சுழற்சியும் அதன் கோள நடுக்கோட்டுத் தளத்திலிருந்து கோள்பொருள் விலகிப் பிரியுமாறு செய்தன. இந்தப் பொருள் ஏறுமாறாகப் பரவிய பொருண்மை வாய்ந்த வாயு-துகள் மேகமாக அமைந்தது. இதற்குப்பின் இந்த மேகத்தின் பரிணமம் கவர்ச்சியின் சூழ்வலியில் நடைபெற்றுக் கோள்களின் ஆக்கத்தை நோக்கி முன்னேறியது. ஆகவே, கோள் களின் ஆக்கம் விண்மீன்களின் ஆக்கத்தின் பொதுச்செயல் முறையின் ஓர் உறுப்பாகிறது; இது அகண்டத்தில் பரவலாகச் செயல்படும் ஒரு தோற்றப்பாடாகத் தெரிகிறது. ஃவெஸன் கோவின் கூற்றுப்படி, புவி, மற்ற எல்லாக் கோள்களைப்போல, அதன் பொருண்மையின் முழுமையில் உடனடியாக உருவம் கொண்டதே தவிரத் துகளின் தனித்தனி துணுக்குகளின் செறி வால் நெடுங்காலம் நடந்த செயல்முறையின் விளைவால் அல்ல.

விண்வெளியில் மிக விரைவாகச் செல்லும் சூரியனும் அதைச் சுற்றிவரும் தெரிந்தபடியான ஒன்பது கோள்களும் ஒருகோள் மண்டலத்தின் உருமாதிரியாய் அமைந்துள்ளதாக இன்று பொது வாக ஒப்புக்கொள்ளப்படுகிறது. சூரியமண்டலம் நொடிக்கு 233 கி.மீ. வேகத்தில் (திசை விரைவு—velocity) செல்கிறது.

தரையியல் வகையைச் சேர்ந்த சிறிய அளவுள்ள கோள்கள் சூரியனுக்கு அருகில் உள்ளன. இக் கோள்கள், ஒப்பு நோக்குகை யில், சிறிய அளவின; இவை உயர்ந்த செறிவெண் உடையவை. சூரியனுக்கும் புவிக்கும் இடையே உள்ள சராசரி தொலைவையே தொலைவை அளப்பதற்கு மூல அலகாக (149, 500,000 கி.மீ.) வைத்துக்கொண்டால் சூரியனிருந்து இந்தக் கோள்களின் கூட்டம் பின்வரும் வரிசையில் உள்ளதைக் காணலாம். புதன் (Mercury) 0.39 மூல அலகு, வெள்ளி (Venus) 0.72 மூல அலகு, புவி (Earth) 1.00 மூல அலகு, செவ்வாய் (Mars) 0·52 மூல அலகு.

இவை அப்பாலுள்ள பேரளவுடைய கோள்களின் கூட்டத்தி லிருந்து அஸ்டிராய்டுகள் எனப்படும் ஒரு கோள்துகள் பட்டையால் பிரிக்கப்பட்டுள்ளவாறு உள்ளன. அஸ்டிராய்டுகளின் பட்டை சிறு சிறு கோள்போன்ற கட்டிகளின் திரட்சிகளாலானது; அஸ்டி ராய்டுகள் சூரியனைச் சுற்றி வெவ்வேறு திசைகளை நோக்கியவாறு நீள்வட்டமான கோள்வழிகளில் சுற்றுகின்றன. அஸ்டிராய்டுகளின் மொத்தப் பொருண்மை புவியின் பொருண்மையில் 0.0003 உள்ளதாக ஃபெஸன்கோ கணக்கிட்டுள்ளார்.

கோள்வயப் பொருளில் 99.5 சதவீதம் பொருளைக் கொண்டுள்ள பேரளவுக்கோள்கள் சூரியனைச்சுற்றிப் பின்வரும் வரிசையில் அமைந்துள்ளன: வியாழன் (Jupiter) 5·20 மூலஅலகுகள், சனி (Saturn) 9.55 மூலஅலகுகள், யுரேனஸ் 19.19 மூலஅலகுகள், நெப்டியூன் 30.07 மூலஅலகுகள், புளூட்டோ 39-65 மூலஅலகுகள்.

புவியின் விட்டத்தை ஒருமூல அலகாக வைத்துக் கொள்வோமானால் புதனின் விட்டம் 0.38 அலகும், வெள்ளியின் விட்டம் 0.97 அலகும், செவ்வாயின் விட்டம் 0.5 அலகும் இருக்கும். பேரளவுக்கோள்களின் விட்டம் பின்வருமாறு இருக்கும். வியாழன் 11 அலகுகள், சனி 9.5 அலகுகள், யுரேனஸ் 4 அலகுகள், நெப்டியூன் 3.89 அலகுகள் (படம் 2); புளூட்டோவின் விட்டம் 0.5 முதல் 1 அலகுவரை எதுவாகவும் இருக்கலாம் என்று கருதப்படுகிறது.

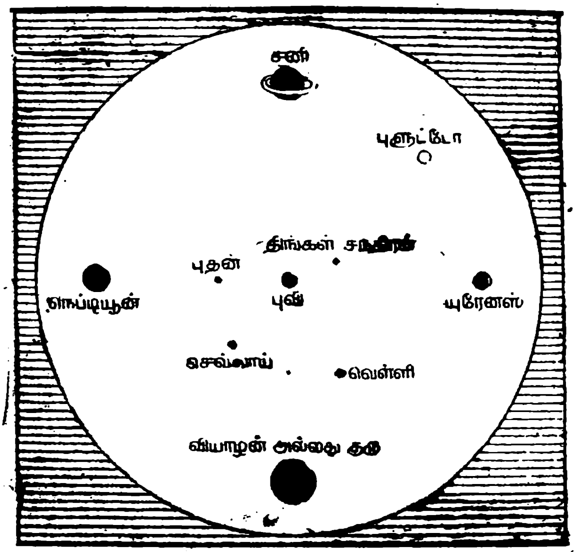
தரையியல் (Terrestrial) கோள்கள் பேரளவுக் கோள்களைவிடச் செறிவானவை என்று விண்ணியலாளர்கள் உறுதிப்படுத்தியுள்ளனர். புவியின் செறிவெண் 5.52 G/cm^3 (G=கிராம் எடை, cm=செ.மீ. நீள அளவு); வியாழனின் (Jupiter) செறிவெண் 1.31 கி./செ.மீ.^{3} இருக்கச் சனியின் செறிவெண் தண்ணீரின் செறிவெண்ணைவிடக் குறைவான 0.7 கி./செ.மீ.^{3} மட்டுமே உள்ளது.

ஆறு கோள்கள் துணைக்கோள்களை உடையன. பெரும்பாலான துணைக்கோள்கள் அவற்றின் தாய்க்கோள்கள் சூரியனை எத்திசையில் சுற்றுகின்றனவோ அதே திசையில் கோள்களைச் சுற்றுகின்றன. வியாழன் எல்லாவற்றையும்விட அதிகமான துணைக் கோள்களை—12—பெற்றுள்ளது. இவற்றில் எட்டுத் துணைக் கோள்கள் வியாழனைப் போலவே அதே திசையில் சுற்றுகின்றன; மற்ற நான்கும் அதற்கு எதிர்முகமாகச் சுற்றுகின்றன.

செவ்வாய் (Mars) இரண்டு துணைக்கோள்களைக் கொண்டது; சனிக்கு ஒன்பது துணைக்கோள்களும் ஒரு வளையமும் உண்டு. யுரேனஸுக்கு ஐந்து துணைக்கோள்களும், நெப்டியூனுக்கு இரண்டும் உள்ளன. திங்கள் (நிலா) புவியின் துணைக்கோள். புதன் (Mercury), வெள்ளி, புளூட்டோ ஆகியவற்றுக்குத் துணைக் கோள்கள் இல்லை.

இவ்வாறு சூரிய மண்டலத்தில் ஒன்பது கோள்களும் 40 துணைக் கோள்களும் (சனியின் வளையத்தைச் சேர்க்காமல்) உள்ளன.

1959ஆம் ஆண்டு ஜனவரி 2ஆம் தேதி ரஷ்யா விண்வெளியில் ஒரு ராக்கெட்டை ஏவியது. இது புவியின் கவர்ச்சியை மீறிச் சென்று சூரியனைச் சுற்றத் தொடங்கியதால் சூரிய மண்டலத்தின் முதல் செயற்கைத் 'துணைக்கோளாக' மாறியது.



படம் 2. சூரியன், சந்திரன், கோள்கள் ஆகியவற்றின் சார்பு அளவுகள்

Saturn—சனி; Pluto—புளூட்டோ; Neptune—நெப்டியூன்; Earth—புவி; Moon—திங்கள், சந்திரன்; Venus—வெள்ளி; Uranus—யுரேனஸ்; Jupiter—வியாழன்; அல்லது குரு; Mercury—புதன்; Mars—செவ்வாய்.

வால்விண்மீன்களும் சூரிய மண்டலத்தின் உறுப்புகளே. பூமியில் இருந்து பார்க்கும்போது இவை ஒளிரும் வால்கற்றையை உடைய ஒளிரும் துகள் பிழம்புப் பொட்டுகள் (வால் விண்மீனின் தலை) போல் காட்சியளிக்கின்றன. வால்விண்மீன்கள் மிகவும் அகல்வான வாயுக்களாலும் (முக்கியமாக கார்பன் மோனுக்சைடும், சையனேஜனும்—cyanogen) சூரிய ஒளியை எதிரடித்துக்காட்டும் நுண்ணிய விண்வெளித்துகள்களாலும் ஆனவை. வால்விண்மீனின் தலை அல்லது கருப்பாகத்தில் மட்டுமே சிறிது பொருள் செறிவு காணப்படுகிறது. இக் கருப்பகுதி சிறுசிறு இடைவெளி விட்டு அமைந்துள்ள கற்றிரள்களின் தொகுப்பாலானது என்பதில் ஐயமில்லை. ஒரு வால்விண்மீனின் பொருண்மை மிகமிகச் சிறிதாகவே உள்ளது; சிறிய அஸ்டிராய்டுகளின் பொருண்மைக்கும் குறை

வாகவே உள்ளது. இதைப் புவியின் பொருண்மையில் மில்லியன் மில்லியனில் இத்துணைப் பகுதி என்று கணக்கிட வேண்டியிருக்கும்.

கோள்களைப் போலவே வால் விண்மீன்களும் சூரியனைச் சுற்றி நீள்வட்டக் கோள்வழிகளில் சுற்றுகின்றன. இவற்றில் ஒருசில சற்றே நீளமான நீள்வட்டங்களில் செல்லுவதால் குறிப்பிட்ட இடைக்காலங்களுக்குப்பின் புவியிலிருந்து பார்த்தால் தெரிகின்றன. பெரும்பாலானவற்றின் கோள்வழிகள் மிகவும் அதிகமாக நீண்டிருப்பதால் சூரியனை ஒருமுறை சுற்ற, அவை நூற்றுக் கணக்கான அல்லது ஆயிரக்கணக்கான ஆண்டுகள் எடுத்துக்கொள்கின்றன.

அஸ்டிராய்டுகளும், உயர்செறிவுடைய கோள்களும் புவியைப் போன்றே கனிமப் பொருள்களால் ஆனவையே. புவியின்மேல் விழுந்துள்ள விண்கற்களால் இது மெய்ப்பிக்கப்படுகிறது. இந்த விண்கற்கள் தரையியல் வகைக் கோள்களைப்போன்ற பொருள்களாலான விண்வெளித் திரளைகள் தகர்ந்து உடைந்ததால் உண்டான துகள்களே. விண்கற்களின் கனிமக்கூட்டைப் பற்றி மிக விரிவாக ஆய்ந்துள்ளனர். இவற்றிலுள்ள கனிமங்கள் எதுவுமே நமக்குத் தெரியாதவையல்ல. சில விண்கற்கள் இரும்பாலும் நிக்கலாலும் ஆனவை; இவை அதிகமான திட்ட எடையை (specific weight) உடையவை. மற்றும் சில எடை குறைவான கனிமங்களால் ஆனவை; இவை கல்வய விண்கற்கள் (stony meteorites) எனப்படுகின்றன.

விண்வெளித் திண்மங்களின் சிறு துண்டுகளில் பெரும்பாலானவை புவி வாயு மண்டலத்தினுள் புகுந்து புவியின் தரையை வந்தடையுமுன் முற்றிலும் எரிக்கப்பட்டு விடுகின்றன. இவற்றுள் ஒரு பங்கு புவிமேல்படாது அப்படியே கடந்து சென்றுவிடுகின்றன.

சூரிய மண்டலத்தின் ஒரு கோளாக இருப்பதால் புவி சூரியனாலும், சூரிய மண்டலத்தின் மற்றக் கோள்களாலும் பாதிக்கப்படுகிறது. ஆனால், புவியின் உயிர் வாழ்க்கை சூரியனாலும் திங்களாலும் மட்டுமே மிகுதியாகப் பாதிக்கப்படுகிறது. திங்கள் புவியிலிருந்து 384,395 கி.மீ. தொலைவில் (60 தரையியல் விட்டங்களுக்குச் சமமான தூரம்) உள்ளது.

புறத்தோற்றச் செயல்முறைகள் (exogenous) என்று அழைக்கப்படும் பல புவி இயக்கவியல் செய்முறைகள் (geodynamic

processes) முதலாவதாகப் புவி சூரியனைச் சுற்றிவரும் சுழற்சியாலும் இரண்டாவதாக, சூரியனிலிருந்து புவி வெப்பத்தைப் பெறுகிறது என்பதாலும் கண்டறியப்படுகின்றன. இரண்டாவது கூறப்பட்ட ஆக்கக் கூறு (factor) புவியின் வாயு மண்டலத்தின் குணங்களையும் அசையும் தன்மையையும் (mobility) பாதிக்கிறது. கடலின் ஏற்றவற்றத் (tides) தோற்றப்பாடு, சூரியன், திங்கள் ஆகியவற்றின் கூட்டு ஈர்ப்புச் சக்தி புவியைத் தாக்குவதால் விளைகிறது. கோள் உருவப் புவியின் வயது சுமார் 4000 மில்லியன் ஆண்டுகள் இருக்கும்.

புவியின் உருவம், பௌதிகக் குணங்கள், வேதியியல் கூட்டு

புவியின் உருவம்

புவி ஒரு சீரான கோளம் என்று 17ஆம் நூற்றாண்டுவரை நம்பப்பட்டது. ஆனால், அந்த நூற்றாண்டின் இறுதிக்குள் புவி ஒரு சீரான கோளமன்று என்பதைக் காட்டிய பல உண்மைகள் சேகரிக்கப்பட்டுவிட்டன. ஃபிரான்ஸிலும், புவிநடுக்கோட்டுப் பகுதியிலிருக்கும் அமெரிக்கப் பகுதியிலும் தனி ஊசலின் அசைவு கவனிக்கப்பட்டது. இந்த ஆய்வு வடக்கில் இருந்ததைவிடத் தெற்கில் அசைவு நிதானமாக இருப்பதைக் காட்டியது. இதனால் துருவத்தில் இருப்பதைவிடப் புவி நடுக்கோட்டுப் பகுதியில் புவி பருமனாக உள்ளது என்று உய்த்துணர்ந்தனர்.

இப் புலக்காட்சிப் பதிவுகளுக்குச் சம்பந்தப்படாமல் சில அறிவியலாளர்கள் புவியின் உருவம் புவி நடுக்கோட்டு அச்சைவிடக் குட்டையான துருவ அச்சையுடைய ஒரு நீள்கோளம் என்னும் முடிவுக்கு வந்தனர்.

இந்த முடிவு, ஒரு காலத்தில் புவி நீர்ம அல்லது நெகிழ்ம நிலையில் இருந்தது என்னும் கருத்தியல்வய விளக்கக் கூற்றில் இருந்து பிறந்தது. சுழல்வீச்சு விசையினால் இயங்கும் தன் அச்சுச் சுழற்சியின் விளைவால் புவியானது தன் துருவப் பகுதிகளில் தட்டையாகவும் புவி நடுக்கோட்டுப் பகுதியில் புடைத்தெழுந்தவாறும் தவிர்க்கமுடியாத வகையில் மாறியது.

17-19ஆம் நூற்றாண்டுகளில், புவியின் உருவத்தைப் பற்றிய சிக்கலை விடுவிக்க வெவ்வேறு கிடைகோடுகளில் (latitude) வெளியின் பிறைக்கோட்டின் (arc) (நிலவுலக மைவரை வட்டம் அல்லது ஓரிடத்தினூடாகச் சென்று இருதுருவங்களையும் இணைக்கும்

முக்கோண அளவீட்டு முறையில் அளந்தனர். இந்த அளவீடுகள், ஒரு டிகிரி கிடைக்கோட்டு இடைதூரத்துக்குச் சமமான மெரிடிய னின் நீளம் புவி நடுக் கோட்டிலிருந்து துருவம் நோக்கிச் செல்லச் செல்ல அதிகரிக்கிறது என்பதைக் காட்டின. முக்கியமாக, ரஷ்ய அறிவியலாளர்கள் பல கிடைக்கோட்டு அளவீடுகளைச் செய்தனர். இந்த அளவீடுகளே 52-வது இணைக்கோட்டில் இன்றுவரை செய் யப்பட்டுள்ள புவிப்பரப்புக் கணிப்பியல் (geodesy) அளவீடுகளில் பெரும்பகுதியாகும். அளவீட்டுக்கோடு இங்கிலாந்தில் தொடங்கி, பெல்ஜியம், ஜெர்மனி, போலந்து ஆகிய நாடுகளின் வழியே சென்று ரஷியாவில் ட்ரான்ஸ்-யூரல் (Trans-Ural) பகுதியில் உள்ள ஆர்ஸ்க் (Orsk) நகரம் வரை நீண்டுள்ளது.

புவிப்பரப்பின் கிடைக்கோட்டுவய, மற்றும் நெடுக்குக் கோட்டுவய, அளவீடுகளின் விளைவாக, புவி நடுக்கோடுகளின் மற் றும் துருவ அளவு-அச்சுகள் அல்லது புவியின் ஆரங்கள் (raddi) ஆகியவற்றின் வெவ்வேறு நீளங்களை நிலைநாட்டியுள்ளனர். இந்த அளவீடுகளின்படி புவி நடுக்கோட்டுவய ஆரம் துருவவய ஆரத்தை விட 21 கி.மீ. நீளம் அதிகமாக உள்ளது. புவியின் ஆரம் சராசரி யாக 6,378 கி.மீ. என்றும், புவியின் சுருக்கம் 1:298 என்றும், அதன் மேற்பரப்பு 510,100,934 சதுர கி.மீ. என்றும் ஒப்புக் கொள்கின்றனர்.

புவியின் உருவத்தைச் சரியாகத் தெரிந்து கொள்வது கருத்தி யலுக்கும் செயலியலுக்கும் முக்கியமானது. இதற்குக் காரணம், இது புவிப்பரப்புக் கணிப்பு சர்வே முறை, நிலப்படவியல் (carto-graphy) ஆகியவற்றின் நுட்பத்தைப் பாதிக்கிறது. மேற்கண்ட ஆரங்கள் புவிக்கோளம் துருவங்களில் தட்டையாக இருப்பதையும் அதன் உருவம் நீளமானகோளம் போன்றுள்ளது என்பதையும் காட்டுகின்றன. புவி நடுக்கோட்டுவய ஆரங்களும்கூட ஒரே நீள மானவை அன்று என்பதையும், தீவிரமான புவிப்பரப்புக் கணித வியல், மற்றும் பூபௌதிக வியல் ஆய்வுகள் நிலைநாட்டியுள்ளன. புவி நடுக்கோட்டின் மேல் ஆரங்களின் நீளத்தில் 213 மீட்டர் வேறுபாடு உள்ளது. ஆகவே, புவி உருவம் கிராஸோவ்ஸ்கி நீள் கோளகை (Krasovsky ellipsoid) எனப்படும் ஒரு மூவச்சு நீள் கோளகை (Triaxial ellipsoid) என்று கருதப்படுகிறது. இந்த உரு வத்திற்குப் புவியுரு (geoid) என்றும் பெயருண்டு. இந்த உருவம் புவியின் தனித்தன்மையாகும். இது எந்த ஒரு சரியான வடிவியல் (geometric) உருவத்தையும் போன்றதன்று. புவிப்பரப்பு 20 கி.மீ. வீச்சுடைய சீரற்ற தன்மை உடையது.

புவிஈர்ப்பு விசை

புவியின் தனித்தன்மையுடைய உருவமும் அமைப்பும் அதன் மேற்பரப்பில் புவிஈர்ப்பில் மாறுபாடுகளை விளைவிக்கின்றன. அண்மையில் நடந்த நுட்பமான புவிஈர்ப்பு விசை அளவீடுகள், புவியின் மேற்பரப்பில் புவிஈர்ப்பு விசை எவ்வாறு பரவியுள்ளது என்பதன் விதிகளைப் பற்றிய அறிவைத்திருகின்றன. புவி நடுக் கோட்டுப்பாகத்தில் உள்ளதைவிடத் துருவப்பகுதியில் அதிகப் புவி ஈர்ப்பு உள்ளது; புவி ஈர்ப்பு வயவளர்-விரைவு (accelaration) துருவத்திலிருந்து நடுக்கோட்டுப்பகுதியை நோக்கி ஒரு சீராக அரை சதவீதம் மாறுபடுகிறது. ஆனால், இந்த விதிக்கு மாறு பாடுகள் பல இடங்களில் காணப்படுகின்றன: சில இடங்களில் புவிஈர்ப்பு இயல்பான நிலைக்கு அதிகமாகவும் (ஈர்ப்பு நேர் பிறழ்ச்சி) மற்ற இடங்களில் குறைவாகவும் (ஈர்ப்பு எதிர் பிறழ்ச்சி) உள்ளது. பாறைகளின் கூட்டமைவிலுள்ள அரிய வேறுபாடுகள் இந்த வேறுபாடுகளை உண்டாக்குகின்றன. எடைகுறைவான பாறைகள்உள்ள இடத்தில் ஈர்ப்பு குறைகிறது! எடை மிகுதி யான இடங்களில் ஈர்ப்பு அதிகரிக்கிறது.

ஈர்ப்பு அளவுகள் (gravitymeters) எனப்படும் தனிப்பட்ட கருவிகளைக்கொண்டு புவி ஈர்ப்பை அளக்கலாம். ஈர்ப்பு அளவியல் (gravimetry) எனப்படும் அறிவியல் துறை புவியீர்ப்பு விசையில் காணப்படும் வேறுபாடுகளின் ஆய்வு பற்றியதே. அண்மை ஆண்டு களில் நிலப்பொதியியலின் பெரிய பிரச்சினைகளைத் தீர்ப்பதில் இந்த அறிவியல் பெரும்பங்கு கொள்ள ஆரம்பித்துள்ளது. நிலப் பொதியியல் அமைப்புக்கும் புவியீர்ப்புக்கும் இடையே நெருங்கிய தொடர்பு இருப்பதை வெளிப்படுத்தும் ஈர்ப்பு அளவுத் தலப் படங்கள் புவிஈர்ப்புவிசை அளவீடுகளின் அடிப்படையில் உரு வாக்கப்படுகின்றன.

புவியின் செறிவு

புவிப் பொருக்கிலுள்ள பாறைகளின் தனித்தனியான செறிவு கள் மிகவும் வேறுபட்டவாறு இருந்தபோதிலும், புவிப் பொருக் கின் மொத்தமான செறிவு 1·5 முதல் 3.4க்குள் சராசரியாக 2·7 இருக்கிறது. இதுவே மணற்பாறை, களிப்பாறை, சுண்ணப் பாறை, வெண்சுதைப் பொடிப்பாறை(chalk), கிரேனைட், பசால்ட் போன்ற மிகவும் பரவலாகக் கிடைக்கும் பாறைகளின் செறிவா கும். புவியின் மொத்தப் பருமன் அளவை, அதன் மொத்த எடை யால் வகுத்தால் வரும் மொத்தச் செறிவு 5·52.

பிலிப்ஃப்பான் ஜாலி என்னும் பூபௌதிகவியலாளரே புவியின் செறிவை முதன்முதலில் உறுதிப்படுத்தினார். இவர் 5·692 என்னும் மதிப்பைப் (இருக்கக்கூடிய பிழை $\pm$ 0·068) பெற்றார். இதற்குப் பின்னர் புவியின் செறிவு பல இடங்களில் (மலை, சுரங்கம் பள்ளத்தாக்கு) பல ஆய்வாளர்களால், சாதாரண, மற்றும் முறுக்கத்துலாக்கருவி, தனி ஊசல், குத்து நூற்குண்டு போன்ற பல கருவிகளைக்கொண்டு கண்டறியப்பட்டது. மேற்கண்ட சராசரி மதிப்பிலிருந்து மிகச் சிறு வேறுபாடுகளே பதிவாகியுள்ளன.

புவியின் சராசரிச்செறிவு 5·52 ஆகவும், புவிப்பொருக்கின் செறிவு 1·5 முதல் 3·3 வரையிலும் இருப்பதால் புவியின் நடுவே 12க்கும் குறையாத செறிவுடைய (ஈயத்தின் செறிவு 11.34) கனமான திண்மங்கள் உள்ளன என்று கருதப்படுகிறது.

புவியின் உள்ளே, பல்வேறு ஆழங்களில் உள்ள பொருளின் சராசரிச்செறிவை நில நடுக்க அலைவுகளின் திசை விரைவின் பரவு வீதத்தை ஆய்வதன் மூலம் கண்டு பிடித்துள்ளனர். அதேபோது, வழக்கமாக ஆழம் அதிகமாகஆக, ஒரே சீராக மாறுபடும் நில நடுக்க அலைகளின் பரவுதிசை விரைவு குறிப்பிட்ட சில ஆழங்களில் கூர்மையாக மாறுபடுகின்றன என்றும் உறுதிப்படுத்தப் பட்டுள்ளது.

நில அதிர்ச்சிக் கதிர்களின் திசையும்கூட இந்த ஆழங்களில் கூர்மையாக மாறுபடுகின்றன; 'இந்த ஆழங்களில் இக் கதிர்கள் மடக்கப் படுவதோடு ஓரளவுக்கு எதிரடிக்கப்படுகின்றன. இந்தக் கூர்மையான மாற்றங்கள் 5 முதல் 70 கி. மீ. ஆழங்களில் காணப் படுகின்றன. இவை, கடல்புகுதியில் காணப்படுவதைவிடக் கண்டங்களில், மேற்பரப்பிலிருந்து அதிக ஆழங்களில் காணப் படுகின்றன. கடல்தரையில் மேற்பரப்புக்கு அருகில் காணப் படுகின்றன. இவற்றை முதல்வகைத் தலங்கள் என்பர். முதன் முதலில் இதைக் கண்டுபிடித்த செக் (Czeoh) அறிவியலாள்ரான மொஹரோவிக் என்பவரின் பெயரையே இதற்கு வைத்துள்ளனர். 2,900 மீட்டர் ஆழத்தில் நெடுக்கு அலைகள் (Longitudinal Waves) குறிப்பாகக் கோட்டமடையும் போது (refract) குறுக்கு அலைகள் (Transverse waves) மறைந்து விடுகின்றன. 2900 மீட்டார் ஆழத்தில் பாறைகளின் பௌதிக்க் குணங்கள் குறிப்பாக மாற்ற மடைந்துள்ளதற்கு இது அறிகுறி.

முதல் ஆழப்பகுதியில் நெடுக்கு அலைகளின் பரவல் வீகிதம் நொடிக்கு 5-5—6-5 கி.மீ. இதன் பிறகு, இது திடுமென் நொடிக்கு

8 கி. மீ. அதிகரிக்கிறது; இதற்கும் மேல் 2900 மீட்டர் ஆழத்தில் நொடிக்கு 13.6 கி. மீ. ஆக உயர்ந்த அளவு வேகத்தை எட்டுகிறது. இதற்கும் பிறகு நொடிக்கு 8.1 கி.மீ. ஆகக் குறைந்து பின், மீண்டும் மெல்ல நொடிக்கு 11.3 கி. மீ. வரை அதிகரிக்கிறது.

நில அதிர்ச்சிகளைப் பற்றிய ஆய்வுகள், புவியின் பொருண்மை, சராசரிச் செறிவெண் ஆகியவை பற்றிய ஆய்வு முடிவுகளின் பயனாகப் புவியானது கீழ்க்காணுமாறு பல கோளங்களை (புவிக் கோளங்கள்—**Geospheres**) உள்ளடக்கியுள்ளது என்று கருதப் படுகிறது; இக் கோளங்கள் ஒன்றுக்கொன்று பொருளின் நிலையிலும் கூட்டமைவிலும் மாறுபடுகின்றன.

1. புவிப்பொருக்கு எனப்படும் மேல்கோளம் அல்லது கற்கோளம் (**Lithosphere**). கண்டங்களின்மேல் இதன் தடிப்பு 30 முதல் 40 கி. மீட்டர்களும், மலைகளின் கீழ் 70 கி. மீ. வரையிலும், அட்லாண்டிக் இந்திய மாகடல்களின் அடியில் 10 முதல் 15 கிலோ மீட்டர்களும், பசிபிக்கடலின் நடுப்பாகத்தில் 5 கி. மீ. வரையிலும் காணப்படுகிறது. கற்கோளத்தின் மேல்பகுதியின் வேதியியல் சேர்வு அதன் கீழுள்ள ஆழப்பகுதியில் உள்ளதற்கு வேறுபட்டுள்ளது. கற்கோளத்தின் மேல்பகுதியில் ஆக்சிஜன் (**O**), சிலீசியம் (**Si**), அலுமினியம் (**Al**) ஆகியவை அளவில் மேம்பட்டுள்ளன. அடிப்பகுதிகளில் அலுமினியத்தை மெக்னீஷியம் அகற்றிவிடுகிறது. புவிப்பொருக்கு நிலமேற்பரப்பின் மேல் சாதாரணமாக உள்ள பாறைகளால் ஆனது. இப் பாறைகளின் செறிவு 3·4க்கும் அதிகமாக இருப்பதில்லை.

2. போர்வை ('மேண்டில்', **Mantle**) எனப்படும் இடைநிலைக் கோளம் 2850—2900 கி. மீ. ஆழம்வரை பரவியுள்ளதாக நம்புகின்றனர். போர்வையின் மேற்பகுதியின் வேதியியல் கூட்டமைவில் இரும்பு (**Fe**), ஸிலிகான் (**Si**), மெக்னீஷியம் (**Mg**) முக்கியப் பங்கு கொண்டுள்ளபோது குரோமியம் (**Cr**) அவ்வளவு முக்கியமானதாக இல்லை. இதைக் கருத்தில் கொண்டு, மேல்படலத்தை 'குரோஃபெஸிமா' (குரோ. அய. ஸிலி. மெக். **Crofesima**) என்று அழைப்பர். இதிலுள்ள பொருளின் செறிவு 4 முதல் 5 வரை இருக்கும். இதன் ஆழம் 1,200 முதல் 1250 கி. மீ. வரை உள்ளது. ஆழம் செல்லச் செல்ல போர்வையின் சேர்வில் நிக்கல் (**Ni**) முக்கியப் பங்குகொள்கிறது; ஆகவே, அடிப்படலம் 'நிஃபெஸிமா' (நிக். அய. ஸிலி. மெக். **Nifesima**) என்றழைக்கப் படுகிறது. இந்தப் படலத்தின் செறிவு 5 முதல் 6 வரை உள்ளது.

3. புவியின் கருப் (Core) பகுதி புவியின் மையத்தில் உள்ளது. இதற்குள் ஓர் உள்கருப்பகுதியையும் வேறுபடுத்திக் கண்டுள்ளனர். உள்கருவின் மேல்வரம்பு 5000 கி, மீ. ஆழத்தில் இருக்கக்கூடும். புவியின் கரு இரும்பாலும், நிக்கலாலும் மற்ற கனமான உலோகங்களாலும் ஆனது என்று முன்பு கருதப்பட்டது; இது 'நிஃபெ' (நிக். அயம், nife) என்று அழைக்கப்பட்டது. தற்போது, உள்கரு அதன் மேலே உள்ள கோளங்களுக்கு வேதியியல் கூட்டமைவினால் மாறுபடவில்லை; பொருளின் பொதிநிலைமையில்தான் மாறுபட்டுள்ளது என்று நம்பப்படுகிறது. உள்கருவில் காணப்படும் மிகுந்த அழுத்தத்தில் ஸிலிகேட்வயமான பொருள் உலோகவயு நிலையில் உள்ளது. அதிக அழுத்தத்தின் வினைவாக அணுக்கள் பகுதி, அளவில் சிதைவுற்று ஓரளவு எதிர் மின்னணுக்களை (Electrons) இழந்துவிட்டது.

உள்கருவின் எல்லைப்பகுதியில் உள்ள பொருளின் பௌதிகக் குணங்களில் மற்றுமொரு மாற்றம் உள்ளது; இந்த மாற்றம் அணுக்கோப்புகளிலிருந்து மேலும் பெருமளவுக்கு எதிர் மின்னணுக்கள் பிரிந்து செல்லுவதுடன் பிணைந்ததாகவும் இருக்கக்கூடும். உக்கருவை ஆக்கும் பொருளின் செறிவு 6 முதல் 12 வரை உள்ளது. இந்தப் புவிக்கோளம் 'கனகோளம்' அல்லது 'வெப்பக்கோளம்' (Barys Phere) என்றும் அழைக்கப்படுகிறது.

ஆழம் அதிகரிக்க அதிகரிக்க அழுத்தம் வெகுவிரைவாக அதிகரிக்கிறது. ஒரு கி. மீ. ஆழத்தில் அழுத்தம் 275 வளிய முக்கங்கள் (atmospheres), 70 கி. மீ. ஆழத்தில் 18,900 வளிய முக்கங்கள், 12000 கி. மீ. ஆழத்தில் 403, 100 வளியமுக்கங்கள், 2900 கி. மீ. ஆழத்தில் 1, 213, 100 வளியமுக்கங்கள், புவி உள் மையத்தில் சுமார் 4163450 வளியமுக்கங்கள் உள்ளன.

புவியின் காந்தத்தன்மைகள்

புவி காந்தத்தன்மைகளைக் கொண்டது என்று காந்தமுள் கருவியைப் பயன்படுத்தக் கற்றுக்கொண்ட முற்காலத்தவர்களுக்குத் தெரிந்திருந்தது. முதன் முதலாக 3000 ஆண்டுகளுக்கு முன்பே சீன நாட்டவர்களால் காந்தமுள் செயல்முறையில் பயன்படுத்தப் பட்டது. ஐரோப்பாவில் காந்தமுள் 12ஆம் நூற்றுண்டிலிருந்து மட்டுமே பயன்பட்டுள்ளது; புவியின் காந்தத் தன்மைகளின் ஆய்வு என்னவோ 18ஆம் நூற்றுண்டின் முதலில்தான் தொடங்கியது.

புவியின் காந்தத்தன்மையை இரண்டு மதிப்புகள் விளக்குகின்றன. (1) காந்த நெறி மாற்றம் (Declination) (2) காந்த இறக்கச் சரிவு (Inclination).

காந்த நெறி மாற்றம் புவியியல் துருவக்கோட்டுக்கும் (geographical meridian) காந்தமுள்ளின் திசைக்கும் இடையேயுள்ள கோணம்; இது கிழக்குவாட்டமாகவோ மேற்குவாட்டமாகவோ இருக்கும். இது இடத்துக்கு இடம் மாறுபடுகிறது. ஒரு தலப்படத்தின் மேல் (Map) ஒரே மதிப்புள்ள காந்த நெறி மாற்றத்தையுடைய புள்ளிகளைச் (இடங்களை) சேர்க்கும் ஒரு கோட்டைச் சமகோண மாற்றக்கோடு (Isogon or isogonic Line) என்பர். ஒரு சுன்னச்சமகோண மாற்றக்கோடு காந்த வயத்துருவக்கோடே (Magnetic Meridian). புவியியல்வய மெரிடியன்களைப் போலவே சமகோண மாற்றக்கோடுகளும், வடக்கிலும் தெற்கிலும் ஒரு புள்ளியை நோக்கிக் குவிகின்றன; ஆனால், இப்புள்ளிகள் புவியியல்வயத் துருவங்களுடன் ஒன்றுபடுவதில்லை: வடகாந்தத் துருவத்தின் ஆயத்தொலைவுகள் (Coordinates) 70° 5′ 3″ வடக்கு, 90° 45′ 3″ மேற்கு; தென் காந்தத்துருவத்தவை 76° 6′ தெற்கு 154° 8′ கிழக்கு. காந்தத் துருவங்கள் ஏன் புவியியல் துருவங்களுடன் ஒன்றுபடுவதில்லை என்று திண்ணமாகக் கூறமுடியாது. ஆனால், நீரும் நிலமும் சீரற்ற முறையில் (uneven) பரவியுள்ளதால் இவ்வாறு உள்ளது என்று கருதப்படுகிறது.

காந்த இறக்கச் சரிவானது காந்தமுள்—தொடுவானத்தை (horizon) நோக்கிச் சாய்ந்துள்ள கோணம். வடகோளத்தில் காந்த முள்ளின் வடமுனை தொடுவானத்தை நோக்கிச் சாய்கிறது. தென் கோளத்தில் தென்முனை தொடுவானத்தை நோக்கிச் சாய்கிறது. இச் சாய்வுக் கோண்ம் இடத்துக்கு இடம் வேறுபடுகிறது. ஒரே அளவான சாய்வுக்கோணங்களைக்கொண்ட இடங்களை இணைக்கும் கோடுகளுக்குச் சம்ச்சாய்வுக் கோடுகள் (isoclines, or isoclinal lines) என்று பெயர். சாய்வின் அளவு புவி நடுக்கோட்டிலிருந்து துருவத்தை நோக்கி அதிகரித்துக்கொண்டே செல்கிறது; காந்தத் துருவங்களில் உயர் அளவை அடைகிறது. இப் புள்ளிகளில் காந்தமுள் புவித் தரைக்குச் செங்குத்தாக நிற்கும். சமமாற்றக் கோடுகளைச் சமச் சாய்வுக் கோடுகள் நேர்க் கோணத்தில் குறுக்கிடுகின்றன. ஆகவே, புவிப்பரப்பின் கிடைக்கோடுகளாலும் குறுக்குக் கோடுகளாலும் ஆக்கப்படும் புவியியல் வயச் சட்டமும் காந்தவயச் சமமாற்றக் கோடுகளாலும் சமச்சாய்வுக் கோடுகளாலும் ஆக்கப்படும் சட்டமும் நன்ருய் அமைவதில்லை.

காலப்போக்கில் சமமாற்றக்கோண— சாய்வுக்கோண அளவுகள் மாறுபடுகின்றன. இதனால் குறிப்பிட்ட இடைவெளிகளுடன் பல ஆண்டுகளாகத் திரும்பத்திரும்ப நிகழும் அன்றாட வருடாந்திர மாற்றங்களை உள்ளடக்குகின்றன. இவை மெல்ல, ஆனால், விடாது (secular) நிகழ்கின்றன. இந்த மாற்றங்கள் மேல் தோற்றப்படி சூரியனுடன் சம்பந்தப்பட்டு புவி இருக்கும் இடத்தோடு தொடர்பு கொண்டுள்ளன. புவியின் இந்த இடம் 24 மணி நேரப் போக்கிலும், ஆண்டுகள்—நூற்றாண்டுகளின் போக்கிலும் மாறுபடுகிறது. சூரியனின் பொருள்நிலை மாறுபாடுகளின் விளைவாகப் புவியின் காந்தத்தன்மைகள் மாறுபடுவதாகச் சில அறிவியலாளர்கள் நம்புகின்றனர்.

புவியின் சில இடங்களில் சமச்சாய்வு சமகோணமாற்றக் கோடுகளின் திசையில் ஏற்படும் மாறுபாடுகள் காந்தவயப் பிறழ்ச்சிகளுடன் (magnetic anomalies) இணைந்துள்ளன. புவியின் மேற்பரப்புக்கு அருகே இருக்கக்கூடிய பெரிய மேக்னடைட் (magnetite காந்தவய இரும்புத்தாது) அல்லது அயவயப் பாறைகள் இக் காந்தப் பிறழ்ச்சிகளை விளைவிப்பதாக உறுதிப் படுத்தியுள்ளனர். இவை மாறுபட்ட காந்தத்தன்மைகளைக் கொண்ட பாறைகள் ஒன்றையொன்று தொட்டாற்போல் இருக்குமாறு செய்யும் புவிப்பொருக்கு வெடிப்புகளால் ஏற்படும் பலத்த இடப் பெயர்ச்சிகளாலும் விளைவிக்கப்படலாம்.

காந்த மாற்றம், காந்தச் சாய்வு ஆகியவற்றுடன் புவிக்காந்த வயலின் செறிவையும் கண்டறிவது முக்கியம்; இது இடத்துக்கு இடம் மாறுபடும் அளவுகளைக் கொண்டுள்ளது; இந்த அளவு மாறுபாடுகள் சூரியனுக்குச் சம்பந்தப்பட்டு புவியின் இருப்பிடத்தைப் பொருத்துள்ளன.

திசை அளவு, சாய்வு அளவு போன்ற காந்தக்கூறுகளில் ஒழுங்கான அன்றாட மாறுபாடுகளுக்கு இணையாக, சில சமயம், அன்றாட மாறுபடுகளின் எல்லையளவுகளுக்கும் அப்பால் மாறும் காந்தமுள் மாறுபாடுகள் காணப்படுகின்றன. காந்த முள்ளின் இந்த மாறுபாடுகள் காந்தவயப் புயல்கள் எனப்படும் புவிக்காந்த வயலில் நிகழும் கலக்கங்களைப் பதிவு செய்கின்றன. காந்தவயப் புயல்கள், விதிப்படி, குறைந்தநேரமே இருக்குமானாலும், சில போது சில நாட்கள் நீடிப்பதும் உண்டு. காந்தப் புயல்களைப் பற்றிய ஆய்வுகள், இவை எரிமலை உமிழ்வுகளுடனோ, பேரிடியுடன் கூடிய மழைகளுடனோ, நில அதிர்ச்சிகளுடனோ வருவதைக் காட்டுகின்றன.

புவியின் காந்தத்தன்மைகளைப் பற்றிய அறிவு கனிமப் படிவுகளைப் பூபௌதிக ஆய்வுகளாலும் (காந்தக்கருவி அளவை, (magne tome try) புவிக்கவர்ச்சியியல் (grvimetry) போன்ற மற்ற முறைகளாலும் கண்டுபிடிக்கப் பயன்படுகிறது.

புவியின் வெப்பத் தன்மைகள்

புவி ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு வெப்பத்தைக்: கொண்டுள்ளது.

1. சூரியனிலிருந்து வந்த வெளி வெப்பம்.

2. புவியின் உள்ளிலிருந்துவந்த வெளி வெப்பம்;

புவி ஓராண்டில் சராசரியாகச் சூரியனிலிருந்து 10^{21} பெரிய கலோரி அளவு வெப்பத்தைப் பெறுகிறது. புவியின் எந்த இரண்டு இடங்களும் ஒரே அளவு வெப்பத்தைப் பெறுவதில்லை; ஏனெனில், இது கதிர்வீசல் வயஆற்றலின் விசையையும் (insolation வெப்ப இயக்கம்) கீழ்வரும் மற்ற பலவற்றையும் பொருத்துள்ளது. வெவ்வேறு அளவுக்கு வெப்ப உள்கவர்ச்சி, கதிர்வீசல் ஆகிய செயலாற்றல்களைப் பெற்றுள்ள நிலம், கடல் ஆகிய இரண்டும் சீரற்ற முறையில் பரவி இருத்தல் (கடலிலும் நிலப்பகுதியிலும் உள்ள வேறுபட்ட வெப்ப தட்பநிலை) புவிப்பொருக்கின் புடைகூறு (Relief) (கடல் மட்டத்துக்கு மேல் ஒவ்வொரு 100 மீட்டர் உயரத்துக்கும் வெப்பநிலை 0.5° தாழ்கிறது) தாவர வளர்ச்சி (தாவரம் இல்லாமல் இருந்தால் மண்ணின் வெப்ப நிலையில் செங்குத்தான மாற்றங்கள் உண்டாகின்றன); காற்று—, கடல் நீர்—ஓட்டங்கள் இருந்தாலும், புவியின் மேற்பரப்பில் முழு தொத்த (identical) சராசரி வருடாந்திர மாதாந்திர வெப்ப நிலையைக்கொண்ட இடங்களைக் காணமுடியும். இதனுல் சம வெப்பக் கோடுகளாலான (Iso thernur) வெப்ப வரை படங்களைத் தயாரிக்க முடிகிறது. இவை சீரற்ற வளைவுக்கோடுகள்; இவை அவ்வப்போது, கிடைக்கோடுகளுக்கு மிகவும் மாறுக விரிந்து செல்கின்றன.

வட அரைக் கோளத்தில் சராசரி வருடாந்திர வெப்ப அளவு 15·5° செ. ; தென் அரைக் கோளத்தில் 13·6° செ. ஒவ்வொரு அரைக்கோளத்திலும் உள்ள தனித்தனி இடங்களின் சராசரி வருடாந்திர வெப்ப அளவு, புவி நடுக்கோட்டிலிருந்து துருவங்களை நோக்கியத் திசையில் குறைகிறது.

துருவப்பகுதிகள் மிகவும் குறைந்த சராசரி வருடாந்திர வெப்பத்தை உடையன. இது—10° முதல்—15° செ. வரை அல்லது சிலபோது இதற்கும் குறைந்தும் இருக்கிறது. இத்தகைய இடங்களில் எதிர்மறை (negative) வெப்ப அளவு உடைய (நிலை பனித்தரை, Permofrost) பாறைப் பகுதி போற்றத்தக்க தடிப்பு உடையது. ஒப் (ob) ஆற்றின் போக்கின் கீழ்ப்பகுதியில் சுமார் 275 மீட்டர் ஆழத்தில்-3·7° செ. வெப்பம் பதிவாகியது. சில இடங்களில் நிலைபனித்தரை 600 மீட்டர் வரை ஆழ்ந்துள்ளது.

புவியின் மேல் அடுக்குகளின் வெப்பத் தன்மைகளைக் காணும் போது இந்த அடுக்குகள் குளிர்காலத்தில் குளிர்ச்சியாகவும், கோடை காலத்தில் வெம்மையாகவும் இருப்பதைக் காண்கிறோம்; புவியின் மேற்பரப்புக்கு அருகே வெப்ப ஏற்ற-இறக்கம் மிகுதியாகக் காணப்படுகிறது. சிலபோது இங்கு 100° செ. வரை வெப்பம் உயர்ந்து காணப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, நடு ஆசிய பாலை களின் மண்ணின் வெப்ப நிலை, கோடையில் 70° செ.-க்கும் அதிக மாகவும் குளிர்காலத்தில்-30° செ. -க்கும் குறைவாகவும் இருக் கிறது. ஆயினும், ஆழம் செல்லச் செல்ல வெப்ப ஏற்ற-இறக்கம் தணிகிறது; ஒரு குறிப்பிட்ட ஆழத்தில் முற்றிலும் மறைந்தே விடு கிறது. இதுவே நிலையான வருடாந்திர வெப்ப நிலைப்பகுதி. இப் பகுதியில் மண்ணின் வெப்ப நிலை, புவியின் மேற்பரப்பில் உள்ள காற்றின் சராசரி வருடாந்திர வெப்ப நிலைக்குச் சமமாய் உள்ளது. இந்தப் பட்டைக்கு மேல் வெப்பக் கதிர்வீசலின் செயலாற்றலை உணரும் புவிப் பொருக்கின் நில அடுக்குகளான சூரிய வெப்ப மண்டலம் (heliother maolzone) உள்ளது.

நிலையான வெப்ப நிலையுடைய பகுதி வெவ்வேறு இடங்களில் வெவ்வேறு ஆழங்களில் உள்ளது; மேற்பரப்பு வெப்ப நிலைகளின் புறக்கோடி (extreme) அளவுகளையும் பாறைகளின் வெப்பக்கடத்து திறனையும் பொருத்துள்ளது. வெப்ப ஏற்ற-இறக்கம் எவ்வளவுக் கெவ்வளவு அதிகமாகவும் பாறைகளின் வெப்பக் கடத்து திறன் எவ்வளவுக் கெவ்வளவு அதிகமாகவும் உள்ளதோ, அவ்வளவுக்கு அவ்வளவு நிலையான நிலை-வெப்ப மண்டலம் ஆழமாக உள்ளது. சில இடங்களில், இந்த மண்டலம் புவி மேல்பரப்புக்கு ஒன்றிரண்டு மீட்டர் அடியிலும் மற்ற இடங்களில் 40 மீட்டருக்கும் அதிகமான ஆழங்களிலும் உள்ளது. எடுத்துக்காட்டாக, பாரீஸில் இது 28 மீட்டர் ஆழத்திலும், கிரோவோ கிராடில் 19·2 மீட்டர் ஆழத்தி லும் உள்ளது.

நிலை வெப்பப் பட்டையின் கீழே புவிவெப்ப மண்டலம் (geother molzne) உள்ளது° இங்கு வெப்பம் ஒழுங்காக உயர்

கிறது. இங்குள்ள வெப்பம் கதிரியக்க ஆற்றலைப் பொருத்ததல்ல; ஆனால், புவியின் உள்ளே இருந்துவரும் வெப்பத்தைப் பொருத்தது.

இந்த வெப்பம் முக்கியமாக ரேடியோக் கதிரியக்க விளைவினால் உண்டாகிறதுஎன இன்று கருதப்படுகிறது. ஆனால், சில விண்ணியல் கோட்பாடுகளின் (லேப்லாஸ் ஃபெஸென்கோ போன்ற சிலருடை யவை) நோக்கு நிலையிலிருந்து பார்க்கும்போது புவியின் வளர்ச்சியின் விண்ணியல் நிலையிலிருந்த வெப்பத்தின் எச்சம் (**residual**) என்னும்கூட இதை விளக்கமுடியும்.

ஆழத்துக்கு ஏற்ப வெப்பம் மிகுவது புவியின் வெவ்வேறு இடங் களிலும் ஒன்று போல் இல்லை. இயங்கும் அல்லது இயங்கா எரி மலைகள் உள்ள பகுதிகளில் வெப்பம் வெகு விரைவாக அதிகரிக் கிறது (சுமார் ஒவ்வொரு 4·5 மீட்டர் ஆழத்துக்கும் 1°செ.) புவிப் பொருக்கின் கீழே 1டிகிரி வெப்பஅளவு உயர்வுக்கு ஒப்பான சராசரி ஆழம், மீட்டர் கணக்கில், புவிவெப்ப அளவு (**geothermic degree**) எனப்படும்; 100 மீட்டர் ஆழத்துக்கு வெப்ப அளவில் (டிகிரிகளில்) ஏற்படும் உயர்வு புவிவெப்ப ஏற்றம் (**geothermal gradient**) எனப்படும்.

ஆழமான துருவு துளைகளுக்குள்ளே இருக்கும் வெப்ப அளவு களைப் பதிவு செய்துள்ளனர். வெவ்வேறு இடங்களில் ஒரே அளவு ஆழத்தில் வெவ்வேறு வெப்பஅளவுகள் காணப்பட்டுள்ளன. எடுத்துக்காட்டாக, வடகேஸ்பியன் பகுதியில் உள்ள ஓர் ஆழ்துருவுதுளையில் எடுத்த வெப்பஅளவுகளைக் கீழே காணலாம்.

500	மீட்டர்	ஆழத்தில்	—42. 2° செ.
1000	,,	,,	—55. 2° செ.
1500	,,	,,	—69. 9° செ.
2000	,,	,,	—80. 4° செ.
2500	,,	,,	—94. 4° செ.
3000	,,	,,	—108.3° செ.

மாஸ்கோவில் ஓர் ஆழ்துருவுதுளையில் 1630 மீட்டர் ஆழத்தில் 40° செ. வெப்பஅளவு பதிவாகியுள்ளது; டாஷ்கெண்ட்டுக்கு அருகே 900மீ. ஆழத்தில் 55°செ. பதிவாகியுள்ளது. 3 கி. மீ. க்கும் அதிக ஆழமான சில துருவுதுளைகளில் 100° செ. -க்கும் அதிகமான வெப்பஅளவு பதிவாகியுள்ளது. அ. ஐ. நாடுகளில் புவிப் பொருக்கின் மேல் படலங்களில் புவி வெப்பஅளவு (**Geothermic Degree**) 35 முதல் 45 மீ. வரையிலும், மேற்கு ஐரோப்பாவில் 28

முதல் 36 மீ. வரையிலும், சோவியத் ரஷ்யாவில் ஒரு சில மீட்டர்களில் இருந்து (எடுத்துக்காட்டாக-மினரல் நியே வோடி பகுதி) 100 மீ. வரையிலும் மாறுபடுகிறது. புவி வெப்பஅளவில் ஏற்படும் மாறுபாடு கீழ்வரும் காரணங்களால் ஏற்படுகிறது:

(1) பாறைகளின் வெவ்வேறு வெப்பக் கடத்துதிறன் : புவிப்பொருக்குப் பகுதியிலுள்ள பாறைகளின் வெப்பக்கடத்து திறன் அதிகமாக ஆக புவிவெப்பஅளவு குறைவாகிறது ; இதன் தலைகீழ்ப்பாடமும் சரியே.

(2) பாறைகளிலுள்ள நீர் வேதியியல் (hydrochemical) செயல் முறைகள் . நீருக்கும் அயசல்பைடுகளுக்கும் இடையே (பைரைட் போன்ற கனிமங்கள்) நிகழும் மிகுந்த வெப்பத்தை வெளிப்படுத்தும் செயலியக்கம் இவற்றுள் ஒன்று.

நீருக்கும் சல்பைடுகளுக்கும் இடையே நடக்கும் செயலியக்கம் மண்ணெய்-நிலக்கரி-வயல்களில் பரவலாகக் காணப்படுகிறது. ஏனெனில், இப்பகுதிகளில் உள்ள களிமண்களும், சுண்ணப்பாறை களும் அடிக்கடி அதிக அளவு அயசல்பைடுகளைக் கொண்டுள்ளன. இப் பகுதிகளில் புவிவெப்ப அளவு, விதிப்படி, இதற்கு ஏற்ப குறைகிறது. எடுத்துக்காட்டாக ; 'குரோஜ்னி; மண்ணெய் வயல்களில் புவிவெப்ப அளவு 20-25 மீ., 'பாக்கு' மண்ணெய் வயல்களில் 23-28 மீ.

(3) பாறைகள் இருக்கும் நிலைமைகள் : செங்குத்தாகவோ, மிகக் குத்தாக்கவோ சாய்ந்துள்ள மடிப்புப் படுகைகளில் சமதளப் பாறைப்படுகைகளில் உள்ளதைவிட, ஆழம் செல்லச் செல்ல உயரும் வெப்ப அளவின் உயர்வு மிகவும் வேகமாக உள்ளது. வெப்பத்தைக் கடத்திச் செல்லும் படுகைமேற்பரப்புக்கு அருகே உள்ளதே இதற்குக் காரணம்.

(4) நில நீரின் செயல் : நிலத்தின் அடியில் ஊறும் வெப்பநீர் ஓட்டங்கள் பாறைகளைச் சூடாக்குகின்றன ; இதனால் புவிவெப்ப அளவைக் குறைக்கின்றன. குளிர்ந்த நீரோட்டங்கள் இன்னும் அதிக ஆழங்களிலும் பாறைகளின் வெப்பத்தைக் குறைக்கின்றன.

(5) மேற்பரப்பு நீர்களின் செயல் : கடலுக்கு அருகே புவிவெப்ப அளவு அதிகமாயும், கண்டத்தில் நீர் நிலைகளுக்கு வெகுதூரத்தில் குறைவாயும் இருக்கும். ஏனெனில், பேரளவு நீர் நிலத்தின் புவிவெப்ப நிலைமையில் (Geothermol condition) குளிர்ச்சியை ஊட்டுகிறது.

(6) பாறைகளில் கதிரியக்கத் தனிமங்களின் செறிவு: கதிரியக் கத்தனிமங்களின் செறிவு உயர்ந்து காணப்படும் இடங்களில் இத்தனிமங்கள் நசிவதால் வெளியாகும் வெப்பம் புவிவெப்ப அளவு குறைவதற்குக் காரணமாகிறது.

புவியின் உட்புறத்தின் புவிவெப்ப நிலைமைகளைப் பற்றிய ஆய்வுகள் பெரிதும் நடைமுறை முக்கியத்துவம் வாய்ந்தவை· குடைவுகள், ஆழமான செங்குத்துச் சுரங்கவழிகள் போன்ற மற்ற தரையடி அகழ்வு வேலைகளைச் செய்யும்போது இந்த உயர்ந்த வெப்ப அளவை எண்ணத்தில் கொள்ளவேண்டும். ஆழமாகத் தோண்டத் தேவையான வேலைகள் பலவற்றிலும் செயற்கையாக வெப்ப அளவைக் குறைக்கவேண்டியிருக்கும். இத்தாலியில் காணப்படுவது போல் மற்றஇடங்கள் சிலவற்றில் புவி உட்புற வெப்பத்தை (வாயுக்கள் வெப்ப நீரூற்றுகள் போன்றவை) வாணிகமுறையில் பயன் படுத்தமுடியும்.

புவிஉட்புற வெப்ப நிலைகளைப் பற்றிய ஆய்வுகள் கருத்தியல்வய முக்கியத்துவமும் உடையன.

புவிப்பொருக்கின் மேல் பகுதிகளுக்காக ஒப்புக்கொள்ளப்பட்ட புவிவெப்ப அளவு (33 மீட்டர்கள்) மாறாமல் இருந்தால் இன்னும் ஆழமான பகுதிகளில் இருக்கக்கூடிய வெப்ப அளவைக் கணக்கிட முடியும். 33 கி. மீ. ஆழத்தில் வெப்ப அளவு 1000° செ.; 50 கி.மீ. ஆழத்தில் 1500° செ; 66 கி. மீ. ஆழத்தில் 2000° செ. இருக்க வேண்டும்.

இவ்வளவு அதிக வெப்பத்தில் பல கனிமங்களும் பாறைகளும் உருகிவிடும் என்பது தெரிந்ததே. சான்றாக, குவார்ட்ஸ் 1700° செ.-ல் உருகும்; ஆலிவீன் (Olivine) டையபேஸ் (Diabase) ஆகியவை 1150° செ. வெப்பத்தில் உருகும்; 1225° செ. வெப்பத்தில் எளிதில் உருகி ஓடும். பஸால்ட் 1170° செ. வெப்பத்தில் உருகி ஓடும். இதன் விளைவாக, இயல்பான அழுத்தத்தில், புவிப்பொருக்கின் அடிப்பகுதியில் எல்லாப் பாறைகளும் உருகியநிலையில் இருக்கவேண்டும். ஆனால், இந்த ஆழங்களிலுள்ள மிகுந்த அழுத்தம் (11,000—14,000 வளி யழுத்தங்கள்) பாறைகளைத்திட—நெகிழ்ம நிலையில் (solid–Plaslic) வைத்துள்ளது.

புவிப் பொருக்குக்குக் கீழே புவிவெப்ப அளவு கூர்மையாக அதிகரிக்கவேண்டும்; ஏனெனில், இவ்வாறு இல்லாவிட்டால்

புவியின் மையத்தில் வெப்பம் 193, 060° செ. இருக்கும்; புவிப் போர்வையின் (Mantle) கருவில் (Core) உள்ள பொருள் திரவ நிலையில் இருக்கநேரிடும். இந்த நிலைமைகளில் மெல்லியதான புவிப் பொருக்குமட்டும் திடநிலையில் இருக்கமுடியாமல் அதுவும் உருகிவிடும், ஆகவே, புவிமையத்தில் வெப்பம் 3500°—4000° சென்டிகிரேடை விட அதிகமாக இருக்காது என்று உய்த்துணர வேண்டும். புவியின் கருவில் அழுத்தம் 4163450 வளிகள் உள்ளதைக் கருத்தில் கொண்டு, புவியின் போர்வையையும் கருவையும் ஆக்கும் பொருள் திரவ—நெகிழ்ம நிலையில் உள்ளதாகக் கருதுகின்றனர். இது விண்ணியல் வய மற்றும் நில அதிர்ச்சிவய புள்ளிவிவரங்களுடன் இயைந்துள்ளது.

தற்போது திடமான புவிப்பொருக்கைச் சூடாக்கும் வெப்பம் கதிரியக்கத்தனிமங்கள் நசிவதிலிருந்து வருவதாகக் கருதப்படு கிறது. 'சையால்' (சிலி. அலு. Siolic) பகுதியிலும், சிறிதளவுக்கு இப்பகுதியின் மேல்படங்களிலும், நடைபெறும் நிலப் பொதியியல் செயல்முறைகள், பெரும்பாலும், இந்த வெப்பத்துடன் தொடர்பு கொண்டுள்ளன. கதிரியக்கத்தனிமங்களின் செயலாக்கத்தினுல் உருகும் பண்டம் அளவில் பருப்பதால், உருகியபொருள் திரவ உருவில் வெளியே உமிழப்படலாம்.

புவியின் வெளிப் புவிக்கோள மண்டலங்கள்

புவியின் வெளிப்புவிக் கோளங்களில் மூன்று பொதியுறைகள் (Shells) உள்ளன : (1) நீர் மண்டலம் (hydrosphere) இது கடல்கள், ஆறுகள், நில நீர் இவற்றால் ஆனது. (2) வாயு அல்லது காற்று மண்டலம் (Atmosphere); (3) உயிர்கள் வாழும் கோளம் (உயிர் மண்டலம்—(Biosphere) இது காற்று—, நீர்—மண்டலங் களுடனும் கற்கோளத்துடனும் நெருங்கிய தொடர்பு கொண்டுள் ளது. இந்த மண்டலங்கள் எல்லாமே மிகுந்த நிலப் பொதியியல் முக்கியத்துவம் வாய்ந்தவை; ஏனெனில், இவை மிகுந்தது ஓடும் தன்மை யுடையன; புவிப் பொருக்கில் நிகழும் மாற்றங்களில் பெரும்பங்கு ஏற்கின்றன.

காற்று மண்டலம்

காற்று மண்டலத்தின் கூட்டமைவும் தடிப்பும்

நம் கோளின் மீது வெளிப்புற மண்டலம் காற்றுமண்டலமே. காற்று மண்டலத்தின் அடிப்படலங்களில் நைட்ரோஜன் (78.03%) ஆக்சிஜன் (20.99%), ஆர்கான் (0,94%) கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு (0.03%) ஆகிய வாயுக்கள் மேம்பாடாக உள்ளன; இவை அனைத் தும் மொத்தத்தில் (0.01%) பங்கையே பெருகின்றன.

கல் மண்டலம், நீர் மண்டலம் ஆகியவற்றின் பரப்பே காற்று மண்டலத்தின் கீழ் எல்லை. ஆனால், செயல்முறைப் பயன்களுக்கு காற்றுமண்டலம் கல்மண்டலத்தினுள்ளும் சிறிதளவு பரவி யுள்ளது; அதனுள் இருக்கும் வெற்றிடங்களை நிரப்பியுள்ளது. இதனால் நிலத்தின் கீழுள்ள காற்றின் வேதியியல் கூட்டமைவு மிகவும் மாறியுள்ளது. எடுத்துக்காட்டாக, மேல்மண்ணில் உள்ள கார்பன்-டை-ஆக்சைடின் அளவு (0.6%) ஆக உயர்ந்து விடுகிறது. ஆழம் போகப்போக ஆக்சிஜனின் அளவு மிகவும்

குறைகிறது; சுமார் அரை கி.மீ. ஆழத்தில் ஆக்சிஜன் தனி நிலையில் சிறிதுகூட இல்லை.

காற்று மண்டலத்தின் மேல் எல்லையை வரையறுத்துக் கூறுவது இதைவிடக் கடினம், காற்று மண்டலம் 1000 கி. மீ. வரை பரவியுள்ளதென சில அறிவியலாளர்கள் கருதுகின்றனர். மேல் படலங்களில் காற்றின் அடர்வு மெது மெதுவாகக் குறைந்து சென்று, கோளிடை விண்வெளியுடன் கலந்து விடுகிறது—எனவே, இதன் மேல் லாம்பை அறுதியிட்டுக் கூறுவது கடினம்.

காற்று மண்டலத்தின் மேல்படலங்களின் குணங்களையும் அதன் உயரத்தையும் சுமாராக மதிப்பிட இயற்கையான சில தோற்றப்பாடுகள் நமக்கு உதவியாக உள்ளன. ஒளிரும் மெல்லிய நார்களால் ஆனதுபோல் தோன்றும் வெள்ளி மேகங்கள் நெடுங் காலத்துக்கு முன்பே ஆராய்ச்சியாளர்களின் கவனத்தை ஈர்த்தன. இவற்றினூடே விண் மீன்கள் தெரியுமளவுக்கு இவை ஒளி புகு தன்மை பெற்றுள்ளன. இவை 70.90 கி. மீ. உயரத்தில் இருப்பதாகவும், நொடிக்கு 40.80 மீட்டர் வேகத்தில் செல்வதாகவும் தீர்மானித்துள்ளனர்.

வெண்-தணல் : விண்கற்கள் (Meteors) காற்று மண்டலம் 160-480 கி. மீ. உயரம்வரை எட்டி யுள்ளதைக் காட்டுகின்றன. துருவ மின்னொளிக் (aurora) காட்சிகள் நிலா வெளிச்சத்தில்கூட தெரியாத அளவுக்குச் சிதறிப் பரவியுள்ள ஒளிகளாகும். இவை பொதுவாக 100 கி. மீ. உயரத்தில் காணப்படுகின்றனர்; சில போது இவை 1000 கி. மீ. உயரத்திலும் காணப்படுகின்றன.

காற்றுமண்டலத்தை மூன்று பொது மையக்கோளக் கூறுகளாகப் பிரித்துள்ளனர் : (1) கல்மண்டலத்தை அடுத்துள்ள அடிவளி மண்டலம் (Tropo sphere), (2) அடிவளி மண்டலத்தை அடுத்த வளியடுக்கு மண்டலம் (strato sphere); (3) மேல் கோளக் கூறான மின்னணு மண்டலம் (Ionosphere).

அடிவளி மண்டலம்

இதில் காற்று மண்டலத்தின் சுமார் 70.75% சேரும்; இதன் சராசரி உயரம் 10 கி. மீ. என்று கருதப்படுகிறது. ஆனால், புவியின் சுழற்சியினாலும், சுழல் வீச்சு விசையினாலும் இது புவி நடுக் கோட்டுக்கு மேல் 16 கி.மீ. உயரமும், துருவத்தின் மேல் 10 கி.மீ. உயரமும் இருக்கிறது.

அடி வளியின் சிறப்புக் கூறுகள் : (1) மாறக்கூடிய ஈரப்பதன் அளவு; (2) கிடைவாட்டமாகவும், செங்குத்தாகவும் காற்று மிக விரைவாக நகரும் தன்மை; சில சமயம் இதனுடன் செங்குத்தாக நகரும் காற்றோட்டங்களும் சேர்ந்திருக்கும் (சூறைக்காற்று எதிர் சூறைக்காற்று); (3) நீர் மண்டலம் அல்லது கல்மண்டலத்தின் மேற் பரப்பிலிருந்து ஒவ்வொரு 100 கி. மீ. உயரத்துக்கும் சுமார் 0.6 செ. சராசரி வெப்ப அளவு குறைகிறது. இதன்படி, நடுக் கோட்டுக்கு மேலுள்ள அடிவளி மண்டலத்தின் வெளிவிளிம்பில் வெப்ப அளவு—80 செ.க்குக் குறைகிறது; அடிவளி மண்டலத்தின் இப்பகுதியின் சராசரி வெப்ப அளவு—55 செ.

அளவில் மாறுபடும் தன்மையுடையதால் இதன் ஈரமானது மேகம், மழை அல்லது பனியாக உறைகிறது; அல்லது, சிறுசிறு அளவுகளில் அடிவளி மண்டத்தில் தங்கி இருக்கிறது. ஒரு கன சதுர மீட்டர் காற்றில் உண்மையில் அதிக பட்சத்தில் எவ்வளவு அளவு வாயுவய ஈரம் இருக்கக் கூடும் என்பது அதன் வெப்ப அளவைப் பொருத்தது. எடுத்துக் காட்டாக 0° சென்டிகிரேடில் ஒரு கன சதுர மீட்டர் காற்று 4.5 கிராம் எடை நீராவியை அடக்கிக் கொண்டிருக்கும்; 25° சென்டிகிரேடில் 23 கிராம் அடக்கும்.

காற்றின் வாயுக்களுள் ஆக்சிஜன் தனிப்பட்ட முக்கியத்துவம் வாய்ந்தது. அடிவளி மண்டலத்தில ஆக்சிஜன் நைட்ரோஜன் விகிதம் உயிர்மவயச் (Orgamic) செயல் முறைகளுக்கு மிகவும் ஏற்றதாய் உள்ளது. காற்றில் ஆக்சிஜனின் அளவு அதிகரித்தால் ஓர் உயிரங்கத்தில் உயிர்மப்பொருளின் தீயகிப்பு (Oxidation) தீவிரமாகிறது; ஆக்ஸிஜன் அளவு குறைந்தால் தீயகிப்பு தணிகிறது.

காற்றில் நைட்ரோஜன் அளவின் மாறுபாட்டினால் உயிர்மச் செயல் முறைகள் முக்கியமாகப் பாதிக்கப்படுவதில்லை. காற்று மண்டலத்தின் மேல் படலங்களின் நைட்ரோஜனின் அளவு அதிகரிக்கிறது. ஆக்ஸிஜனின் அளவு குறைகிறது.

காற்றிலின்ள கார்பன்-டை-ஆக்சைடு அளவு ஆக்சிஜன் நைட்ரோஜன் ஆகியவற்றைவிட அதிகமாக மாறுபடக் கூடியது. புவியின் வெளிமண்டலங்களிலும், மண்ணிலும் நிகழும் தீயகிப்புச் செயல் முறைகளின் விளைவாலும் எரிமலை உமிழ்வுகளாலும், கனிம ஊற்றுகளாலும், மற்றும் பலவாலும் காற்றில் கார்ப்பன்-டை-ஆக்சைடு சேர்ந்துகொண்டே வருகிறது. காற்றின் வாயுக்களில்

கார்பன்-டை-ஆக்சைடே மிகவும் கனமானது; ஆகவே, இதுவே அடிவளி மண்டலத்தின் அடிப் படலங்களில் மிகுதியாக உள்ளது. இந்த வாயு கிடைவாட்டத் திசையிலும் சீரற்ற முறையிலும் பரவி யுள்ளது; எடுத்துக்காட்டாக, எரிமலைப் பகுதிகள், நகரங்கள், தொழில்துறை வட்டாரங்கள் ஆகியவற்றின்மேலே துருவப் பகுதி கள் கடலைகள் ஆகியவற்றின் மேலுள்ளதைவிட இது இரண்டு மடங்கு அதிகமாக உள்ளது.

கார்பன்-டை-ஆக்சைடு மிக முக்கியமானது: இது தாவரச் சத்தின் அடிப்படைப் பொருள். மேலும், இது ஒரு வெப்பக் காப்பீடு; இது புவியின் வெப்பம் விண் வெளியில் கதிர் வீசலாகப் போய்விடுவதைத் தடுக்கிறது. அடிவளி மண்டலத்திலிருந்து கார்பன்-டை-ஆக்சைடு மறைந்துபோய்விடுமானல் புவியின் மேலுள்ள காற்றின் சராசரி ஆண்டு வெப்ப அளவு இன்றுள்ள 14°செ. அளவிலிருந்து 21°செ. அளவுக்குக் குறைந்துவிடும் என்றும், கார்பன்-டை-ஆக்சைடின் அளவு இரட்டித்தால் அதன் சராசரி வெப்ப அளவு 4° செ. உயரும் என்றும் நம்பப்படுகிறது.

அடிவளி மண்டலம் பேரளவு புழுதியைக் (Dust) கொண்டுள் ளது. சராசரியாக 1 கன செ.மீ. அளவு காற்றில் 250,000 தூசு போன்ற துணுக்குகள் உள்ளன. புவிமேற் பரப்பிலிருந்து கனிமப் பொருள்கள், கடலலைத்தூவல் ஆகியவற்றைக் காற்று அடித்து எழுப்பும்போது புழுதி உண்டாகிறது. கட்டை, நிலக்கரி, விண் கற்கள் ஆகியவை எரியும்போதும், எரிமலை உமிழும்போதும் கூடப் புழுதி உண்டாகிறது, தாவர உயிர்ம நுண்மங்கள் (Spones) நுண்ணுயிர்கள் (Bacteria) போன்ற பல நுண் உயிர்மங்களும் அவ்வப்போது காற்று மண்டலத்தின் புழுதியில் முக்கிய உறுப்பு களாகின்றன. அடிவளி மண்டலத்திலுள்ள துகளின்அளவு கடல் களின் மேலுள்ளதைவிட் கண்டங்களின்மேல் இயல்பாக அதிகமாய் உள்ளது; அடர்ந்த தாவர வளர்ச்சியையும் நிறைந்த ஈரத்தையும் உடைய பகுதிகளின்மேல் உள்ளதைவிட வரண்ட பகுதிகளில் அதிகமாய் உள்ளது: பனி உறைவால் மூடப்பட்டுள்ள பகுதிகளின் மேல் துகள்அளவு மற்ற இடங்களைவிட மிகவும் குறைவாக உள்ளது. துகள் அடிவளி மண்டலத்தின் ஒளிபுகும் தன்மையை மங்கச்செய்து புவிப்பரப்பை அடையும் வெப்ப இயக்கத்தைத் (Insolation) தணிக்கிறது. நுண்ணிய துகள்களைச் சுற்றி நீராவி உறைவதால் மேகம், உறைபனி, பனித்துளி, மழை, வெண்பனி (Snow), மூடுபனி (Fog) ஆலங்கட்டி (Hail) ஆகியவை உண்டாவ தாக நினைக்கின்றனர்.

வளியடுக்கு மண்டலம் (Stratosphere)

அடிவளி மண்டலம் வளியடுக்கு மண்டலத்தால் மூடப்பட்டுள்ளது. இவை இரண்டுக்கும் இடையே ஒன்றிரண்டு கி. மீ. கனமான ஒரு படலம் உள்ளது; இதைக் குறை வளியடுக்கு மண்டலம் (Substra to sphere) என்றும் அழைப்பதுண்டு. வளியடுக்கு மண்டலத்தில் காற்று கிடைவாட்டத் திசையில் மட்டுமே வீசுகிறது; இது, இவ்வாறுக, அடிவளி மண்டலத்திலிருந்து மாறுபடுகிறது. இந்த மண்டலத்திலுள்ள காற்றின் ஈரப்பத (Humidy) அளவு சுன்னம். ஆகவே, இங்கு மேகங்கள் இல்லை. இதில் 25 கி. மீ. உயரம் வரை நிலையான வெப்ப அளவு காணப்படுகிறது; இதற்குமேல் வெப்ப அளவு தொடர்ந்து உயர்கிறது. வெப்ப அளவு 10-25 கி. மீ. உயரத்தில் சுமார்—25° செ. உள்ளது; 40 கி. மீ. உயரத்தில்—0° செ. ; 70 கி. மீ. உயரத்தில் சுமார் 35° செ. உள்ளது.

வளியடுக்கு மண்டலத்தில் சுமார் 15-35 கி. மீ. உயரத்தில் ஓஜோன் (Ozone) வாயு செறிந்துள்ளது; இது அடிவளி மண்டலத்தில் மிகவும் குறைந்த அளவில்தான் உள்ளது. வளியடுக்கு மண்டலத்தில் ஓஜோனின் பெருமளவு (சுமார் 30%) 25 முதல் 30 கி. மீ. உயரத்தில் செறிந்துள்ளது.

மின்னணு மண்டலம் (Ionosphere)

இந்த மண்டலம் 75-80 கி. மீ. உயரத்தில் தொடங்குகிறது. துருவ விளக்குகளின் வண்ணக் காட்சியையும் மின்னணு மண்டலத்தினூடே புகுந்து செல்லும் விண்கற்களின் ஒளியையும், மற்ற தோற்றப்பாடுகளையும் (Phenomena) ஆராய்ந்தபின், அறிவியலாளர்கள், காற்று மண்டலத்தின் இந்தப் படலங்களிலுள்ள காற்று புற ஊதாக் கதிர்களாலும் (Ultra violet rays),;விண்ணியற் கதிர்களாலும் (Cosmic rays) ஊக்கப்பட்டு மின்னணு வயமாக்கப்பட்டுள்ளது என எண்ணுகின்றனர்.

காற்று எவ்வளவுக் கெவ்வளவு மின்னணு வயப்பட்டுள்ளதோ அவ்வளவுக்கவ்வளவு அதிக மின் கடத்துதிறன் அதிகமாய் உள்ளது. மின்னணு மண்டலத்தின் வெவ்வேறு உயரங்களில் மின்னணுவாக்கம் மாறுபடுகிறது. இரண்டு மின்னணுவாக்க உயர் அளவுகளைக் கண்டுள்ளனர் : (1) 100 கி. மீ. உயரத்திலுள்ள கென்னெல்லி—ஹெவிசைடு (Kennelly-Heavyside) படலம்; (2) 250 கி. மீ. உயரத்திலுள்ள ஆப்பிள்டன் (Appleton) படலம்.

வளியடுக்கு மண்டலத்திலும் மின்னணு மண்டலத்திலும் நிகழும் செயல்முறைகளை இன்னும் சரியாக ஆராய்ந்து பார்க்க

வில்லை. ஆனாலும், இவை புவியின் காந்தவிசை, மின்சாரவயல் ஆகிய சிலவற்றின் இயக்கத்தில் பங்குகொள்வதாகக்கருதப் போது மான ஆதாரங்கள் உள்ளன. ஆகவே, காற்று மண்டலத்தின் உயர் படலங்களின் ஆய்வு, பூபெளதிக நோக்கத்தில், சிறப்பாகக் கவர்ச்சி யுடையது.

காற்று மண்டலத்தில், ஆக்சிஜன், நைட்ரோஜனைத் தவிர, 75 கி. மீ. உயரத்திலிருந்து குறிப்பிடத்தக்க அளவு ஹீலியம் (Helium) வாயு தோன்ற ஆரம்பிக்கிறது; 90 கி. மீ. உயரத்தி லிருந்து பெருமளவு நைட்ரோஜன் வாயுதோன்ற ஆரம்பிக்கிறது. 140 கி. மீ. உயரத்துக்குமேலே காற்று மண்டலத்தில் ஹீலியமும் நைட்ரோஜனும் மட்டுமே உள்ளன. காற்று மண்டலத்தின் நைட்ரோஜன் அளவு 500 கி. மீ. உயரத்தில் 90-92 சதவீதத்தை எட்டுகிறது.

அடிவளி மண்டலத்தின் இயக்கவியல் (Dynamics)

அடிவளி மண்டலத்தில் காற்று எப்போதும் இடம் பெயர்ந்த வாறே உள்ளதால் இதில் வாயுக்களின் சார்பியல் கூட்டு ஏறக் குறைய நிலையானதாக உள்ளது. சூரியனின் கதிரியக்கம் புவிமேற் பரப்பின் வெவ்வேறு இடங்களில், வெவ்வேறு வெப்ப அளவு, காற் றழுத்தம் ஆகியவற்றை உண்டாக்குவதால் இவ்வாறு தொடர்ந் தாற்போல் காற்றின் அசைவு ஏற்படுகிறது.

கதிரியக்க ஆற்றல் வெப்ப ஆற்றலாக மாறுவது ஒரு சிக்கலான செயல்முறை, புவியின்மேல் நிகழும் வெப்பச்செயல் முறைகளின் மேல் விளைவாட்சி செலுத்தும் மிக முக்கிய கூறு, கதிரவனின் கதிர்கள் புவிப் பரப்பின் பல்வேறு இடங்களின்மேல் வந்து படும் கோணமாகும். இக் கோணம் பருவகால மாற்றங்களையும் புவிப் பரப்பின் புடை கூறுகளையும் (relief) பொருத்துள்ளது. கதிரியக்க ஆற்றலின் பரப்பீடு (distribution), புவிமேற் பரப்பில் மட்டு மல்லாது நிலையற்ற வெப்பக்கடத்து திறனையுடைய அடிவளிமண்ட லத்திலும் நடைபெறுவதால் மேலும் சிக்கலாக்கப்படுகிறது.

காற்றின் அசைவு புவியின் உயர்-தாழ் கிடைக்கோடுகளுக்கு இடையேயும் அடிவளி மண்டலத்தின் வெவ்வேறு அடுக்குகளுக்கு இடையேயும் வெப்ப இடமாற்றத்தை உண்டாக்குகிறது. பொது வாக, காற்றானது அழுத்தம் அதிகமாயுள்ள பகுதியிலிருந்து அழுத் தம் குறைவாயுள்ள பகுதிக்குச் செல்கிறது. காற்று மண்டலத்தில் இவ்வாறு அழுத்தம் மாறுபடுவதற்கும் காற்று ஒரு திசையை நோக்கிச் செல்வதற்கும் பல காரணங்கள் உள்ளன.

முக்கியமான காரணம், புவிமேற் பரப்பு சூடாவதும், இச்சூடு காற்றுக்கு மாற்றப்படுவதும் சமனற்றவாறு நடைபெறுவதாகும். வெப்பம் காற்றை விரிவடையச் செய்கிறது; அதை லேசாக்கி விடுகிறது; இதனுல் காற்று புவியின் சூடாக்கபட்ட மேற்பரப்புக்கு மேலே எழும் இயல்பைப் பெறுகிறது.

காற்று ஓரிடத்தில் மிக உயரத்தை அடைந்தபிறகு மெதுவாகக் குளிர்ந்து மெல்ல கனமாகிறது; இதனுல் புவி மேற் பரப்பை நோக்கி இறங்கிவரத்தொடங்குகிறது. இது சுற்றோட்டத்தை உண்டாக்குகிறது. சூடானகாற்று மேல்நோக்கிப் போகிறது; குளிர்ந்த காற்று புவிநோக்கிக் கீழிறங்குகிறது. மேலும், காற்றோட்டம் (Wind) எனப்படும் கிடைவாட்ட இடப்பெயர்ச்சியும் உள்ளது. நாம் முன்பே குறிப்பிட்டபடி, காற்று அதிக அழுத்தப் பகுதியிலிருந்து குறைந்த அழுத்தப் பகுதிக்குச் செல்கிறது. இவ்வாறுன அழுத்தங்களுக்கு இடையே வேறுபாடு அதிகரிக்க அதிகரிக்க காற்றோட்ட வேகமும் அதிகரிக்கிறது. சிலபோது பெரும் நிலப் பரப்புகளின்மேல் கிடைவாட்டாகக் காற்று பாய்ந்தோடுகிறது.

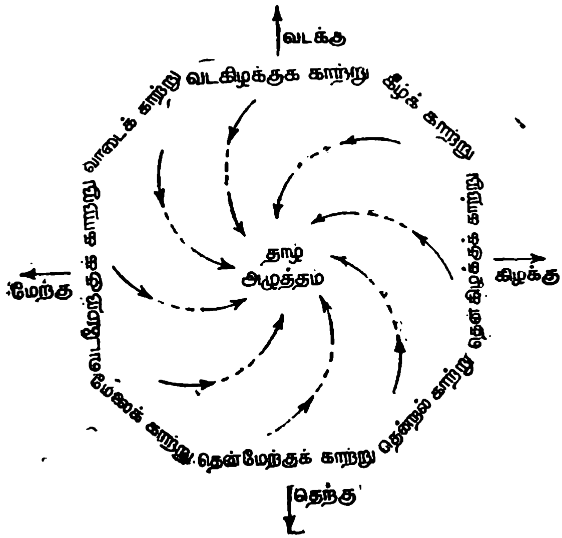
கோள்வய அளவில் வீசும் காற்றுகளும் உள்ளன. இவை புவியின் பெரும் பகுதிகளின்மேல் நிலையான திசையிலோ, (வாணிகக் காற்றுகள்), அல்லது பருவ காலத்துக்கு ஏற்ப (பருவக்காற்று) திசை மாறியோ வீசுகின்றன. இதற்கு மாறுக, சிறிய அளவில் தலவயக் காற்றுகளும் உள்ளன. இவை குறைந்த பரப்புகளில் வீசுகின்றன. (எடுத்துக் காட்டாக, நடு ஆசிய, ஆப்கன், வட காகாஸியன், போரா ('Bora') ஆகிய தலங்கள்), மேலும், காற்றுகள், வெவ்வேறு பகுதிகளில் காற்று மண்டல நிலைகளில் ஏற்படும் தற்காலிகமான மாற்றங்களின் விளைவாகவும் ஏற்படாம்.

சூறைக் காற்றுகளும் எதிர் சூறைக் காற்றுகளும்

(Cyclones and anticyclones)

இடஞ்சுழியாயச் சுழலும் (வட அரைக் கோளத்தில்) காற்றுத் திரள்களுக்குச் சூறைக்காற்றுகள் எனப்பெயர், சுழலும் இக் காற்றுத் திரளுக்கு நடுவே குறைவான காற்றழுத்தம் காணப்படுகிறது (படம் 3). வலஞ்சுழியாகச் (வட அரைக்கோளத்தில்) சுழலும் காற்றுத் திரள்களுக்கு எதிர்சூறைக் காற்றுகள் எனப் பெயர். இவற்றின் மையத்தில் உயர்ந்த அளவு காற்றழுத்தம் காணப்படுகிறது. சூறைக் காற்று வடிவில் வீசும் ஒரு காற்றுத் திரளில் காற்றழுத்தம் இவ்வாறுக மெல்ல மெல்ல நடுவிலிருந்து வெளி விளிம்பை நோக்கி அதிகரிக்கிறது; எதிர் சூறைக்காற்றில்

அழுத்தம் விளிம்பை நோக்கி மெல்ல மெல்ல, நடுவிலிருந்து வெளி விளிம்பை நோக்கி அதிகரிக்கிறது; எதிர் சூறைக்காற்றில் அழுத்தம் விளிம்பை நோக்கி மெல்ல மெல்லக் குறைகிறது.



படம் 3. வட அரைக் கோளத்தில் ஒரு சூறைக் காற்றின் வரை படம்.

North—வடக்கு, **west**—மேற்கு, **east**—கிழக்கு, **lowpressure**—தாழ் அழுத்தம், **South westerly**—தென் மேற்குக் காற்று; **northeasterly**—வடமேற்குக் காற்று, **Easterly**—கீழ்க் காற்று, **South easterly**—தென் கிழக்குக் காற்று, **Northerly**—வாடைக் காற்று **Northwesterly**—வடமேற்குக் காற்று, **Westerly**—மேலைக் காற்று, **South**—தெற்கு, **Southerly**—தென்றல் காற்று.

சூறைக் காற்றுகள் பொதுவாக, படிப்படியாக அதிகரிக்கும் உயர் வேகங்களில் (நொடிக்குப் பல இருபது மீட்டர்கள்) வீசுகின்றன. நொடிக்கு 70 மீட்டர் (அல்லது மணிக்கு 260 கி. மீ.) முன்னேறு-வேகத்தில் (Progressive speed) வீசும் ஒரு சூறைக் காற்று கடலின்மேல் வீசுகையில் கடல் நீரைச் சிலுப்பிக் கலக்கி அலையிலிருந்து நீர்த்திவலைகளைப் பிரிக்கிறது. இதனால் வீசும் சூறைக் காற்றின் நடுவே சுழலும் நீர்த்தூண் ஒன்று உருவாகிறது.

மிகவும் அதிகமான வேகத்தை உடையதால் சூறைக்காற்றுகள் மிகுந்த சேதத்தை விளைவிக்கும் கடலலைகளையும், நீரோட்டங்களையும் உண்டாக்குகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக மேற்குத் திசை

சூறைக் காற்றுகளின் விளைவாக, பின்லாந்து வளைகுடாவினுள் வடியும் நிவா(Neva) ஆற்றின் முகவாயிலில் நாசகரமான வெள்ளங்கள் ஏற்பட்டுள்ளன. 1707ஆம் ஆண்டிலிருந்து (லெனின் கிராட் நகர் ஏற்படுத்தப்பட்ட ஆண்டு) நிவா ஆற்றின் நீர் சாதாரண நீர் மட்டத்துக்குமேல் 300 முறைகள் உயர்ந்துள்ளது. 1777ஆம் ஆண்டிலும் (3-3 மீட்டர் உயரத்துக்கு நீர் உயர்ந்தது), 1824ஆம் ஆண்டிலும் (3-82 மீட்டர்), குறிப்பாக, பெரிய வெள்ளங்கள் ஏற்பட்டுள்ளன. இந்த நீர் மட்டங்களில் வெள்ளநீர் நகரத்தில் 65 சதுர கிலோ மீட்டர் பரப்புவரை பரவியது.

மற்றக் கடலோரப் பகுதிகளும் சூறைக் காற்றினால் உண்டாகும் வெள்ளத்தால் சேதமடைந்துள்ளன. 1932ஆம் ஆண்டில் க்யூபாவிலுள்ள சாந்தாகுருஸ் (Santa Cruz) நகரம் புயல் காற்றினால் எழுந்த கடலலைகளினால் சேதப்படுத்தப்பட்டது; அப்போது சுமார் 2500 மக்கள் உயிரிழந்தனர். 1737ஆம் ஆண்டில் வங்காளவிரிகுடாவில் ஹூக்ளி ஆற்றின் கடல்-வாயிலில் புயல் காற்றால் ஏற்பட்ட வெள்ளத்தில் 3000 மக்கள் இறந்தனர்; இதே பகுதியில் 1864-ல் ஏற்பட்ட வெள்ளத்தில் 50,000 பேர் மாண்டனர். சூறைக் காற்றுடன் நகரும் நீர்த்திரள் விரிகுடா, ஆற்றின் கடல்வாய் போன்ற குறுகிய இடத்திற்குள் புக நேரிடும் போது, இத்தகைய வெள்ளங்கள் குறிப்பாகத் திகிலூட்டும் தன்மை பெறுகின்றன.

மிகு வெப்பப் பகுதிகளில் சூறைக்காற்றுகள் மிகவும் கனமான பொருளை வெகுதூரம் தூக்கிச் சென்றுள்ளன. எடுத்துக்காட்டாக, பார்படோஸ் என்னும் தீவில் 1831-ல் 65 கிலோ கிராம் எடை கொண்ட ஒரு ஈயத்துண்டு சுமார் அரை கிலோ மீட்டர் தொலைவுக்குத் தூக்கிச் செல்லப்பட்டது. 1780-ஆம் ஆண்டு அதே தீவில் ஒரு சுழல்வளியின்போது (hurricane) பாறைகளால் கட்டப்பட்ட ஒரு கோட்டை உடைக்கப்பட்டது; கனமான பீரங்கிகள் பல டஜன் மீட்டர் தொலைவுகள் வரை கடத்தப்பட்டன. சூறைக் காற்றினால் கனமான சுமை ஏற்றப்பட்ட இரயில்பெட்டிகள் தண்டவாளத்திலிருந்து தூக்கி எறியப்பட்டுள்ளன; துறைமுகத்தில் நின்றிருந்த கப்பல்கள் நங்கூரத்திலிருந்து அறுக்கப்பட்டு நிலத்தின் மேல் தள்ளப்பட்டுள்ளன.

மிதவெப்பக் கிடைக்கோட்டிடங்களில் சூறைக் காற்றுகள் குறைந்த வேகத்தில் வீசுகின்றன; ஆனால், இந்தப் பகுதிகளிலும் அவ்வப்போது இவற்றின் விசை கவனத்தை ஈர்க்குமளவுக்கு அதிகமாக இருப்பதுண்டு, சோவியத் ரஷ்யாவில் கோர்கி பகுதியில்

உள்ள மெஷ் சேரா கிராமத்தினருகே, சூறைக் காற்றுகளுடனும் ஆலங்கட்டிகளுடனும் கூடிய பெரியதோர் இடி-மழைப் புயலின் போது 16—17-ஆம் நூற்றாண்டுகளில் வார்க்கப்பட்ட வெள்ளி நாணயங்கள் வியப்பான 'மழை'யாகப் பொழிந்தன. சூறைக் காற்று வெள்ளி நாணயங்களின் புதையல் ஒன்றைக் கிளப்பி எடுத்துச் சென்றிருக்க வேண்டும். இதைப்பற்றி S. கலெஸ்னிக் என்பவர் விவரித்துள்ளார்.

மழை பொழிவு (Precipitation)

காற்று மண்டலத்தில் நீராவி உறைவதற்கு முன் அதற்கேற்ப ஈரப்பதனும் (100%) உறைவுக்கான கருப்பொருள்களும் தேவை. இக் கருப்பொருள்கள் அடி வளி மண்டலத்தில் மிதக்கும் புழுதித் துணுக்குகளால் ஆனவை. ஈரம் உறையும்போது, காற்று மண்டலத்தில் மேகங்கள் தோன்றுகின்றன; மேகத்திலுள்ள ஈரத்தின் சமநிலை எப்படியாவது பாதிக்கப்பட்டால் பலவகையில் மழைபொழிவு ஏற்படுகிறது.

ஒரு குறிப்பிட்ட காலப்பகுதியில் பொழியும் மழையின் அளவை, புவியின் மேற்பரப்பில் விழும் மழைநீர் மண்ணுள் ஊறாமல், ஆவியாகவும் மாறாமல், பள்ளத்தில் பாயாமல் சமமாகப் பரவினுல் ஏற்படக்கூடிய நீர்ப்படலத்தின் உயரமாகக் (மில்லி மீட்டர்) குறிக்கிறார்கள். மாஸ்கோவில் சராசரி வருடாந்திர மழை அளவு 586 மில்லி மீட்டர்கள்.

புவியின் முழுபரப்பின் மேலும் மழை பொழிவு சீரற்ற முறையில் பரவியுள்ளது; சில பகுதிகளில் மிகச்சிறு அளவிலுள்ளது. அரால் கடலைச் சுற்றியுள்ள பாலைகளில் வருடாந்திர மழைபொழிவு சிலபோது சுன்னமாயும் இருக்கும்; பல ஆண்டுகள் ஒன்று சேர்ந் தாற்போல் பார்த்தாலும் சராசரியாக ஆண்டுக்கு 150—200 மில்லி மீட்டர் அளவுக்கு மேல் இருப்பதில்லை. மற்ற இடங்களில் மழைபொழிவு மிகுதியாக உள்ளது. பாட்டுமி (Batumi), காகாசஸ் பகுதிகளில் சராசரி வருடாந்திர மழை அளவு 400 மி.மீ.

ஒரு நிலப் பகுதியின் மழை பொழிவு, முதற்கண் அப்பகுதி கடலுக்கு எவ்வளவு அருகிலுள்ளது என்பதைப் பொருத்துள்ளது. ஆனுல், சில கடல் சார்ந்த பகுதிகள், மிகக் குறைவான மழை பொழிவை உடையன. எடுத்துக் காட்டாக, இந்தியாவில் தார் பாலை வனத்தின் மேல் காற்று அடித்துச் சென்றாலும் மழையே பெய்வதில்லை. ஆனுல் இமயமலையின் அடிவாரத்தில் இதே காற்று பெருமழையைப் பொழிகிறது. (ஆண்டுக்கு 12, 500 மி.மீ.)

வானிலையும், வெப்பதட்ப நிலையும் (Weather & climate)

ஒவ்வொரு இடத்திலும் ஒவ்வொரு குறிப்பிட்ட பொழுதிலும் காற்றின் வெப்ப அளவு, அமுக்கம், சார்பான (relative)-மற்றும் தனிமுதல் (absolute) ஈரப்பதன்* (bumidty) மேகத்தன்மை ஆகியவை மிக விரைவில் மாறுபடுகின்றன. காற்று மண்டலத்தின் விண்வயக் கூறுகளின் இந்த மாறுபடுநிலைக்கு வானிலை என்று பெயர்.

ஒரு குறிப்பிட்ட பொழுதிலுள்ள வெப்ப தட்பக் கூறுகளின் நிலையே வானிலை. ஒரே சமயத்தில் வெவ்வேறு இடங்களில் வானிலை வெவ்வேருக இருக்கலாம். ஒரே இடத்தில் ஒருமணி நேரத்திற்குள் வானிலை அடிக்கடி மாறுகிறது.

இதற்கு எதிர்மாருக, பல ஆண்டுகளில் வெப்பதட்பக் கூறுகளின் சராசரி நிலையில் ஏற்படும் மாறுபாட்டுக்கு வெப்பதட்ப நிலைஎன்று பெயர். வெப்பதட்பநிலை வானிலையைவிட நிலையானது; ஆனல், அதுவும் மிக நீண்ட காலத்துக்குப் பிறகு மாறுபடுகிறது.

வெப்பதட்ப நிலையைக் கட்டுப்படுத்தும் முக்கியக் கூறுகள்: புவியியல் கிடைக் கோட்டளவு; நிலமும் நீரும் பரவியுள்ள விதம்; நிலமேற்கூற்றியல்; காற்றுத் திரள்களின் சால்பான தன்மைகள்; தாவரப் போர்வை; மனிதனின் செயல்கள்:

மனிதன். தாவரங்களையும் மண்ணையும் ஆக்குகிருன் அழிக்கிருன்; பெரிய நகரங்கள், நீர் நிலைகள் பலவற்றையும் உண்டாக்குகிருன்.

சோவியத் ரஷ்யாவில் (USSR) மித வெப்பக் கிடைக் கோடுகளிலும் துருவ வட்டாரத்திலும் உள்ள நிலப்பகுதிகளின் வெப்ப தட்ப நிலையைப் பின்வருமாறு வகைப்படுத்தலாம்.

(1) துருவக் கடல்காற்று. ஆண்டு முழுவதிலும் இதன் ஈரப்பதன் அளவு உயர்ந்திருக்கும்; மழை பொழிவு அதிகமாயும் சீரான

*ஒரு கன மீட்டர் காற்றிலுள்ள நீராவியின் பொருண்மையே தனிமுதல் ஈரப்பதன் எனப்படுவது. இதைக் கிராம் எடையில் அளப்பர்; அல்லது ஒரு மில்லி மீட்டர் பாதரஸ அமுக்கத்தில் நீராவியின் மீண்மைத் தன்மையைப் (elasticity) பொருத்து அளப்பர்,

சார்பான ஈரப்பதன் ஒரு குறிப்பிட்ட கன அளவு காற்றிலுள்ள நீராவியின் உண்மை அளவுக்கும் அதே காற்றில் எந்தவித வெப்ப அளவு மாறுபாடும் இல்லாத போது நிறைநிலையில் (saturated) எவ்வளவு நீராவி இருக்குமோ அந்த அளவுக்கும் உள்ள விகிதமாகும்,

வகையில் பரவலாகவும் இருக்கும். சராசரி ஆண்டு வெப்ப அளவு சுமார் 7—10°செ· இந்த வெப்ப அளவின் வீச்சு (amplitude) 6—14°செ· சார்பாக குளிர்காலம் வெம்மையாகவும் கோடை காலம் குளிர்ச்சியாகவும் இருக்கும். இந்த வெப்பதட்ப மண்டலம் சோவியத் யூனியனின் வடமேற்குக் கோடியில் கோலா தீபகற்பமும், மூர்மான்ஸ்க் கடற்கரையும் பரவியுள்ளது.

(2) மாறுபடும் துருவக்கடல் காற்று. இதுவும் சார்பாக ஆண்டு முழுதும் அதிக அளவு (முக்கியமாக ஜூலை மாதத்தில் குறிப்பாக உயரும்) மழைபொழிவைப் பெற்றுள்ளது. வருடாந்திர சராசரி வெப்ப அளவு 9°செ; இதன் வருடாந்திர வீச்சு (amplitude) சுமார் 20°செ· சோவியத் ரஷ்யாவின் ஐரோப்பியப் பகுதியின் மேலைப் பாதி முழுதும் இந்த வெப்பதட்ப மண்டலத்தில் அமைந்துள்ளது.

(3)கண்ட துருவக் காற்று வருடாந்திர வீச்சு 39° செ· குளிர் காலம் கடுமையானது; கோடை வெம்மையானது; மழை பொழிவு இல்லை; கோடை மாதங்களில் மட்டும் சிறிதளவு மழை பெய்கிறது. இந்த வெப்பதட்பநிலை சோவியத் ரஷ்யாவின் பெரும் பகுதியில் சார்பாகக் காணப்படுகிறது.

(4) மித கிடைக் கோடுகளின் பருவமழை சார்ந்த வெப்ப தட்பநிலை. இது மிகு கிழக்குப் பகுதியில் காணப்படுகிறது. குளிர் காலத்தில் குளிர்ச்சியான, கண்ட—துருவக் காற்றும், கோடையில் கடல்—துருவக்காற்றும் இதற்குச் சார்பானவை கோடைக் காலங்கள் மழையாகவும் சுமாரான வெம்மையாகவும் இருக்கும். சராசரி வருடாந்திர வெப்ப அளவு 0°—2°செ; வருடாந்திர வெப்ப அளவு வீச்சு 25°—34°செ.

(5) குறை துருவப்பகுதி. இங்கு கோடையில் துருவக்காற்றும் குளிர் காலத்தில் ஆர்க்டிக் காற்றும் வீசுகின்றன.

(6) துருவப் பகுதி. ஆண்டு முழுதும் ஆர்க்டிக் காற்று எடுப்பாக வீசுகிறது. வருடாந்திர மழை பொழிவு 200—300 மீ.மீட்டருக்கு மேல் பெய்வதில்லை.

இயற்கையின் மற்ற எல்லாத் :தோற்றப்பாடுகளையும் போலவே, வெப்ப தட்பநிலை மெல்லவே மாறுபடுகிறது. இதன் சொந்த வரலாறு நம் கோளின் வரலாற்றுடன் இணைந்துள்ளது என்றே கூறலாம். வெப்ப தட்பநிலை கூர்மையாக மாறுபடு வதைப் பல உண்மைகள் காட்டுகின்றன. சோவியத் ரஷ்யாவில்

இத்தகைய உண்மைகளை எம். பொகெலேபோவ் என்பவர் சேகரித்துள்ளார். இவர் ஈரமான காலம் வரண்டதாகவும் இதற்கு நேர்மாறாகவும் நிகழும் மாற்றங்கள் குறிப்பிட்ட இடைக் காலம் விட்டு விட்டு நிகழ்வதைக் (rhythmic) காட்டியுள்ளார். ஆர்க்டிக் பகுதியில் வெப்பதட்பநிலை கடந்த 15—20 ஆண்டுகளில் பலமுறை மிகக் கூர்மையாக மாறியுள்ளது. இந்தக் காலப் பகுதியில் சராசரி வருடாந்திர வெப்ப அளவு ஸ்பிட்ஸ் பெர்கனில் 2°செ., க்ரீன்லாந்தில் 2-5°செ., ஃப்ரான்ஜ் ஜோசுப் லாந்தில் (Franz Josef Land) 3-5°செ. இருந்தது. ஆர்க்கடிக்குக் கீழே (எடுத்துக் காட்டாக லெனின் கிராடில்) இது 1° செ. மட்டுமே உயர்ந்தது. வெப்பதட்பநிலை குளிர்கால—, இலையுதிர்கால— வெப்ப அளவுகளில் ஏற்பட்ட உயர்ச்சியினால் பெரும்பங்கு வெம்மையுற்றது; இளவேனில்— கோடை-வெப்ப அளவுகள் இவ்வளவு அதிகமாகவில்லை.

ஃப்ரேம் (Fram, 1894—95) ஸெடோவ் (Sedov 1938—39) பெயர்ச்சிகளின்போது (drifts) கவர்ச்சிகரமான வெப்ப அளவு மாற்றங்கள் பதிவாகியுள்ளன. 44 ஆண்டுகளில் பேரெண்ட்ஸ் கடலில் (Barents Sea) சராசரி வருவடாந்திர வெப்ப அளவு 6°செ. உயர்ந்தது. இது சில தீவுகளின் முக்கியக் கூறுகளில் (outlines) முக்கியமான மாற்றங்களை உண்டாக்கியது. எடுத்துக் காட்டாக, லாப்டெவ் கடலில் (Laptev) உள்ள பனி உறைந்த மணல்வய-களிமண் பாறைகளாலான வாஸிலீவ்ஸ்கி தீவு (Vasilievsky 1912ஆம் ஆண்டுத் தலப் படத்தில் குறிக்கப் பட்டிருந்தது; இது மெல்ல உருகி அழிந்தது; 1936ஆம் ஆண்டு ஒரு மணல் கரை மட்டும் இங்கு எஞ்சி யிருந்தது; இதையடுத்த பல தீவுகள் குறுகிவிட்டன : 1823-ல் 15 கி. மீ. நீளம் இருந்த ஸெமெனோவ்ஸ்கி தீவு 1912-ல் 5 கி. மீ. நீளமும் 1936-ல் 2 கி. மீ. நீளமும் உடையதாக இருந்தது. வெப்ப உயர்வு கடல்-வாழ் தாவர மிருக உயிரினங்களையும் பாதித்தது. எடுத்துக் காட்டாக இந்தக்காலத்தில் ஸ்பிட்ஸ்பெர்கன் நார்வே கடற்கரைகளின் அருகே முதன் முதலாகக் 'காட்' (Cod) மீன்கள் வாணிக அளவுகளில் தோன்றின.

நிலப் பொதியியல் வயக் கடந்த காலத்தில் வெப்புதட்ப நிலை மாற்றங்கள் இருந்ததைப் புதைபடிவ மண்கள் (Fossil soils) காட்டுகின்றன. ஆமூர் (Amur) பகுதியில் மிகுவெப்ப செம்பூராங் கல்வய (Lateritic) மண்ணின்மேல் தற்போதைய குளிர்ந்த வெப்ப தட்ப நிலையில் உண்டான போட்சோல் (Podsol) மண்ணும் அழுவ மண்களும் (Boggy soils) இருப்பதற்கு இதற்கு எடுத்துக்காட்டா

கும். நிலத்தின் புடைகூறுகளிலும் (relief) வெப்பதட்ப மாற்றங்கள் சுவடுகளை ஏற்படுத்தியுள்ளன. எடுத்துக் காட்டாக, ஒரு நிலப்பரப்பில் நிகழ்ந்த முன்னைய பனியாற்றியக்கத்தை (glaciation) அதிலுள்ள பள்ளத்தாக்குகளின் அமைப்பு காட்டுகிறது. உள்நிலம் பனிக்கட்டியாற்று இயக்கத்தால் உண்டாகும் ரோஷ்மூட்நே (Roches-moutonnees) எனப்படும். செம்மரிஆட்டு முதுகு போன்ற உருவம்கொண்ட சிறுபாறைப் படைப்புகளும் இதற்கு எடுத்துக் காட்டாக உள்ளன.

தாவர மிருகப் புதைப்படிவங்களும் வெப்பதட்ப நிலையின் குணத்தை விளக்குகின்றன. அரால் (Aral) கடலின் வடகரையிலுள்ள பண்டைய படிவுகளில் பாப்லார் (Poplar), நட்-ட்ரீ (Nut-tree), ஹார்ன் பீம் (Horn beam) ஓக் (Oak) ஆகிய மரங்களின் எச்சங்களை அடையாளம் கண்டுள்ளனர். பாலைச் சூழ்நிலைக்ளில் இருந்திருக்க முடியாத இத்தாவரங்கள், பண்டைய காலங்களில் இப்பகுதிகளிலிருந்த காடுகளின் குணத்தைச் சுட்டிக் காட்டுகின்றன. கோனிபர் வகையில் ஜுனிபர் ஒன்று மட்டுமே இன்று க்ரீன்லாந்தில் வளருகிறது; ஆனால், டெர்ஷியரி தாவரங்களில் 28 இனங்களுக்கும் மேல், பைன் மரங்கள், சைப்ரஸ், பருவத்தில் இலையுதிர்க்கும் மரங்கள் (பே-மரம், மெக்னேலியா, ஓக், மற்றும் பல வெப்பம் ஏற்கும் (Thermophilic) தாவர வகைகள்) ஆகியவை புதை படிவங்களில் கண்டு பிடிக்கப்பட்டுள்ளன. பே-மரம், மெக்னேலியா போன்ற வெப்பம் ஏற்கும் தாவரங்கள், மாஸ்கோவுக்கு அருகேயுள்ள டெர்ஷியரி கால மணல்களிலும் மணற் பாறைகளிலும் காணப்பட்டுள்ளன.

பாறை அமைப்புகளும் (Structures) பண்டைய நிலப்பொதியியல் கால வெப்ப தட்ப நிலைகளை விளக்குவனவாய் உள்ளன, கண்ட வயபனியாற்றியக்கத்துக்குட்பட்ட ஒருநிலப்பகுதிக்குச் சார்பான (Typical of) ஒரு முழு படிவு வரிசையே நமக்குத் தெரிந்துள்ளது; அதாவது, பனியாற்று வெளிமணற் படிவு (Out wash sand) காலவரிக் களிப்படிவு (Varved clay), பனியாற்றுப் பொதிப் பொருள் (Morai nes) போன்றவற்றைக் * குறிக்கும் பனியாற்றியல் களிப்படிவு (Boulder clay).

பாலைப் பகுதிகளில் பாலை வார்னிஷ் (Desert varnish) எனப்படும் மேற்பரப்புப் பூச்சுடைய பாறைகளைக் காணலாம். நிலக்கரிகள் வெம்மையான ஈர-வெப்பதட்ப நிலையைக் குறிக்கின்றன.

---

* பனியாற்றுப் படிவுகளைப் பற்றி மேலும் விவரமாக "நிலப்பொதியியல் செயல்களான வெண்பனியும் பனிக் கட்டியும்" என்னும் அத்தியாயத்தில் காணலாம்.

இவ்வாறாக, தொன்மை நிலப்பொதியியல் காலவெப்ப-தட்ப நிலைகளைப் பற்றிய அறிவைத் தரும் பல உண்மைகள் நிலப்பொதியியலாளர்களுக்குத் தெரிந்துள்ளன.

நீர் மண்டலம் (Hdrosphere)

புவிப் பரப்பில் கடலும் நிலமும் சீரற்ற முறையில் பரவியுள்ளன. நம் கோளின் மேற்பரப்பின் மொத்த பரப்பளவு சுமார் 510 மில்லியன் சதுர கி. மீ.; இதில் 361 மில்லியன் சதுர கி. மீ. (71%) கடல்களாலும் 149 மில்லியன் சதுர கி. மீ. (29%) நிலத்தாலும் கவரப்பட்டுள்ளன. ஆகவே, நீர்ப்பரப்பு நிலப்பரப்பை விட 2.5 மடங்கு அதிகமாவுள்ளது. ஆனால், நீர் மண்டலத்தின் சராசரி மடிப்பை கல்மண்டலத்தின் தடிப்புடன் ஒப்பிடும்போதும் இதற்கு மேலாக, அதன் கன அளவை நம் கோளின் மொத்த கன அளவுடன் ஒப்பிடும்போதும் அவை மிகவும் சிறியனவாக இருப்பதை நினைவில் வைத்துக் கொள்ளவேண்டும். கடலின் சராசரி ஆழம் சுமார் 3-7 கி. மீ. இது சராசரி நிலவய ஆரையில் 1: 1,600 பங்குக்குச் சமமானது; கடல் நீரின் கன அளவு புவியின் மொத்த கனஅளவில் சுமார் 8000-த்தில் 1பங்கு என்னும் விகிதத்தில் உள்ளது.

நிலம் வட அரைக்கோளத்தில் முக்கியமாக செறிந்துள்ளது; அங்கு அது 39% பரப்பைப் பிடித்துக் கொண்டுள்ளது. தென் அரைக் கோளத்தில் 19 சதவீதப் பரப்பில்மட்டுமே நிலம் உள்ளது. இவ்வாறு நிலமும் கடலும் பரவியுள்ளதால் பல முக்கியமான செயற்கூறுகள் முன் வந்துள்ளன. இவற்றுள் ஒன்று கண்டங்களின் வெப்பதட்ப நிலையின் சால்பாகும்.

உலக மாகடலும் அதன் பாகுபாடும்

நம் கோளின் கடல் பரப்பு எனப்படும் நீர்ப்பரப்பு ஒரு பொதுவான பரப்பு என்று சாதாரணமாகக் கருதப்படுகிறது; Y. M. ஷோகால்ஸ்கி என்பவர் இதற்கு உலகமாகடல் (World ocean) பெயரிட்டார். உலகக் கடலில் பல தனிப்பட்ட பகுதிகளைக் கண்டறியலாம்; இவை ஒவ்வொன்றும், ஓரளவுக்கு, தனித்தனியான நீர் வெப்ப அளவு, உவர்ப்பு அளவு, கடல் நீரோட்டங்கள். பனியாற்று இயக்க நிலைகள் ஆகியவற்றைப் பெற்றுள்ளன. இக் குணக் கூறுகளைக்கொண்டு உலக மாகடலின் பின்வரும் பகுதிகளைப் பிரித்துணரலாம்: அட்லாண்டிக் மாகடல்; பசிபிக் அல்லது கிரேட் கடல்; இந்திய மாகடல்.

அட்லாண்டிக் மாகடல், அதன் எல்லாக் கடல்களும் உட்பட, 93,400,000 சதுர கி. மீ. பரப்புடையது. இதன் கிழக்கு வரம்பு ஐரோப்பா, ஆப்பிரிக்கா கரைகளால் ஆனது; மேற்கில் அமெரிக்கக்கரை உள்ளது; அண்டார்க்டிக் கண்டத்தின்கரை தெற்கில் அமைந்துள்ளது. நீர்ப்பரப்பினுக்குள் அட்லாண்டிக் மாகடலின் வரம்புகள் மேற்கே கேப் ஹார்னின் மெரிடியனுலும், கிழக்கே கேப் அகுல்ஹாஸின் (Agulhas) மெரிடியனுலும் வரையறுக்கப் படுகின்றன.

பசிபிக் மாகடல் 179,700,000 சதுர கி. மீ. பரப்பளவு கொண்டது. கிழக்கே இதன் எல்லையாக அமெரிக்காவின் கரையும் கேப் ஹார்னின் மெரிடியனும் உள்ளன; தெற்கே அண்ட்டார்க்டிக் கண்டம் உள்ளது; மேற்கே ஆசியாவின் கரை உள்ளது. சுமத்ரா, மற்றும் தெற்காக உள்ள தீவுகள் ஆகியவற்றுலான கோட்டில் பசிபிக், இந்திய மாகடல்களின் எல்லைகள் சேர்ந்தாற்போலுள்ளன.

இந்திய மாகடலின் பரப்பு 74,900,000 சதுர கி. மீ, இதன் வடக்கு எல்லையில் ஆசியாவும், மேற்கே ஆப்பிரிக்காவும், கிழக்கே கேப் அகுல்ஹாஸின் மெரியனும் சுமத்ரா, ஜாவா, ஆஸ்திரேலியா, டாஸ்மேனியா ஆகியவற்றின் மேற்குக் கரைகளும், மேற்கே சவுத் கேப்பின் (South cape) மெரிடியனும் உள்ளன. இதன் தெற்கு எல்லையில் அண்ட்டார்க்டிக் கண்டம் உள்ளது.

ஆர்க்டிக் மாகடலும் மாகடல்களின் வகுப்பில் சேர்க்கப்பட்டுள்ளது. இதன் பரப்பளவு 13,100,100 சதுர கி. மீ. இச் சிறு மாகடலின் எல்லையாக ஐரோப்பிய, ஆசிய, அமெரிக்கக் கண்டங்களின் வடக்குக் கரைகள் உள்ளன. ஆர்க்டிக் வட்டம் அட்லாண்டிக் மாகடலையும் ஆர்க்டிக் மாகடலையும் பிரிக்கும் எல்லை என்று பொதுவாக ஒப்புக்கொள்ளப்படுகிறது.

கடல்கள்

கண்டங்களின் கடற்கரைக்கோடு சிக்கலான உருவமுடையதாக இருப்பதால் சிலபோது மாகடல் நிலப்பகுதியினுள் வெகு தூரம் சென்றுள்ளது. இதுவே கடல்கள் என்று அழைக்கப்படும் தனித்த மாகடல் பகுதிகளை விளைவித்துள்ளது. (கருங்கடல், மார்மோரா கடல், அரபிக்கடல், ஜப்பான் கடல், பெர்ரிங் கடல், முதலியவை).

மாகடலுடன் இணைந்துள்ள கடல்களில் உள்நிலக் கடல்களும் ஓரக் கடல்களும் உள்ளன. முதல்வகையின் நிலத்தின் உட்பகுதியில்

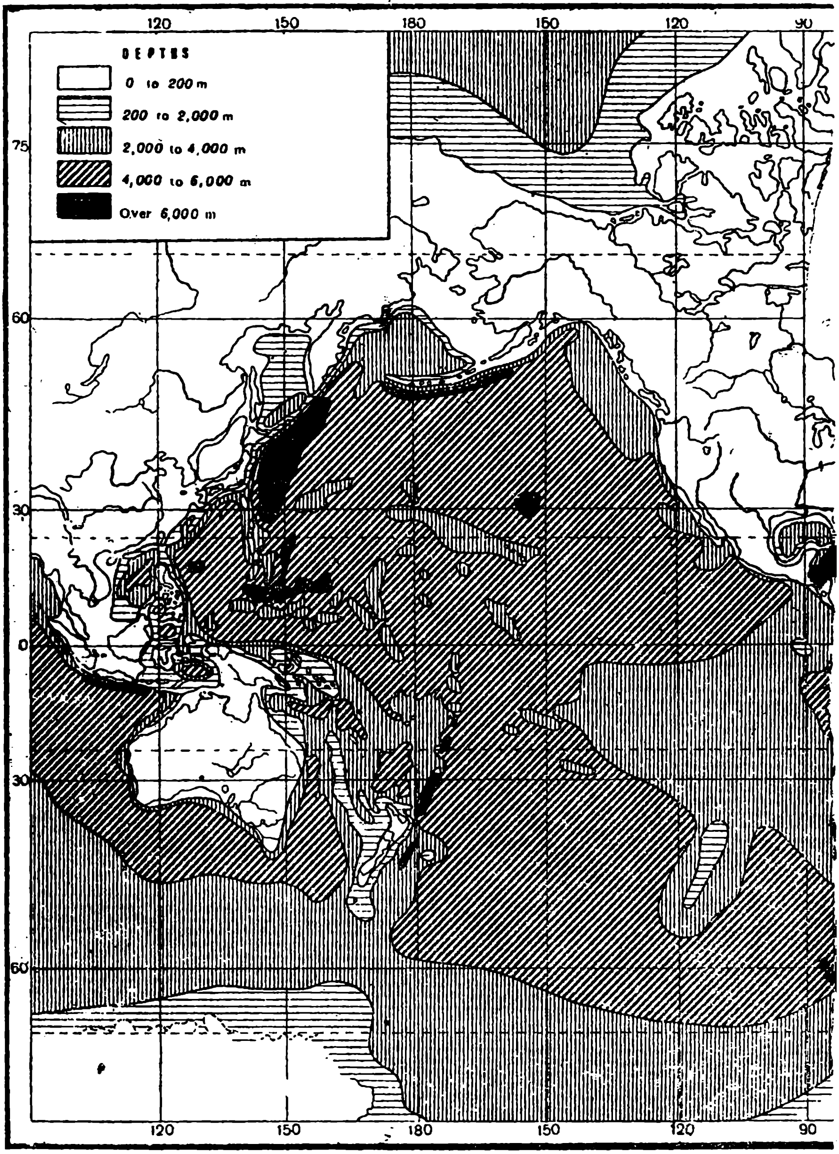
வெகுதூரம் சென்று பரவியுள்ளன; இவை இரண்டு அல்லது பல கண்டங்களுக்கு இடையே அவ்வப்போது ஒன்று அல்லது பல குறுகிய கிளைகளுடன் உள்ளன; இவற்றில் பல அதிக ஆழமாக உள்ளன. மெடிட்டெர்ரேனியன் கடல் இவற்றுள் மிகவும் ஆழமானது; இது ஆப்பிரிக்கா, ஐரோப்பா, ஆசியா, ஆகிய கண்டங்களுக்கு இடையே உள்ளது. இதற்கு இரண்டு கிளைகள் உள்ளன. மார்மோரா கடல், கருங்கடல் ஆப்ரிக்காவுக்கும், ஆசியாவுக்கும் இடையே உள்ள செங்கடல் (Red sea) உள் நிலக் கடலாகும்.

ஓரக் கடல்கள் கண்டத்திட்டுகளின் மூழ்கிய பகுதிகளாகும், இதற்கு எடுத்துக் காட்டுகள்: ஒக்கோட்ஸ்க் (Okhotsk) கடல், பெர்ரிங் கடல், வடகடல், சில ஓரக் கடல்களும் கண்டங்களுக்குள் வெகுதூரம்வரை சென்று அங்கு உள்நில வடி நிலங்களை (Basin) உண்டாக்குகின்றன. எடித்துக்காட்டு; ஒயிட், பால்டிக் கடல்கள்.

உலக மாகடலின் தரை

மாகடலின் தரை சீரானதல்ல. சில இடங்களில் இதன் புடைகூறு மிகவும் சிக்கலான உருவத்தை உடையது. இதற்கு அட்லாண்டிக் மாகடல் நல்ல எடுத்துக்காட்டு. இதன் கடல் தரையில் S என்னும் ஆங்கில எழுத்து வடிவில் ஒரு நீள்குன்று உள்ளது. இது மாகடலின் நடுப்பாகத்தில் வடக்கிலிருந்து தெற்குவரை ஒரு குறுகிய பட்டையில் உள்ளது. அட்லாண்டிக் மாகடலின் ஆழம் குறைந்த பகுதிகள் அதன் வடபகுதியில் அயர்லாந்துக்கும் லேப்ரடோருக்கும் இடையே உள்ளன. அங்குள்ள சராசரி ஆழம் 2500-3000 மீட்டர். வட அமெரிக்காவுக்கும் ஐரோப்பாவுக்கும் இடையே செல்லும் பல தந்திக் குழாய் கம்பிகள் (Cables) கடலின் இப் பகுதியில் போடப்பட்டுள்ளதால் இது தந்திக் கம்பிப் பீடபூமி எனப் பெயர் பெற்றுள்ளது.

மூழ்கிய நீள்குன்று, ஒருபுறம், வட-தென் அமெரிக்காக்களின் உருவங்களையும் மறுபுறம், ஆப்ரிக்கா, ஐரோப்பாவின் உருவங்களையும் பெற்றுள்ளது. சில இடங்களில் இந்த நீள்குன்று கடல் தரையில் இருந்து மிக உயரம் எழுவதால் அதன் நடுப்பகுதி கடல் நீர் மட்டத்துக்கு வெகு அருகே வந்துள்ளது. இங்கு ஆழம் 1.5 கி. மீ. மட்டுமே இருக்க நீள்குன்றின் மற்றப் பகுதிகளில் ஆழம் 2 முதல் 3.5 கி. மீ. வரை உள்ளது. மூழ்கிய நீர் குன்றுக்கு மேற்கே கடல் மிக ஆழமாக உள்ளது. இந்தப் பகுதியில் மூன்று குழிவுகள் (Troughs) இடையே தாழ்வான எழுச்சிகளால் (uplift) பிரிக்கப்பட்டவாறு உள்ளன: பியூர்டோரிகோ (Puerto Rico) வுக்கு வடக்கே இவற்றுள் மிக ஆழமான (8283 மீட்டர் ஆழம்)



படம் 4. உலக மாகடல்களி

பகுதி உள்ளது. இதற்கு அடுத்தபடியான (6300 மீ. ஆழம்) ஆழம் பிரேஸிலின் கரைக்கு அருகே உள்ளது; மூன்றாவதான குழிவு (6725 மீ. ஆழம்) அர்ஜன்டினாவின் கரைக்கு அருகே உள்ளது. பல ஆழம் குறைவான குழிவுகள் நீள்குன்றுக்குக் கிழக்கே கண்டு பிடிக்கப்பட்டுள்ளன. எடுத்துக்காட்டாக ஆப்பிரிக்கக் குழிவு 5630 மீ. ஆழம் உள்ளது. நீள்குன்றின் தென் கோடிக்கு அருகே 8264 மீ. ஆழமுடைய ஒரு குழிவு உள்ளது.

பசிபிக் மாகடலின் கிழக்கு மேற்குப் பகுதிகள் தத்தமக்குரிய புடைகூறுகளை உடையது. இவை இரண்டுக்கும் இடையே உள்ள ஒப்புக்கொள்ளப்பட்ட வரம்பு 150 வது மெரிடியன் வழியாகச் செல்கிறது. இந்த மெரிடியனின் கிழக்கே கடற்தரையின் உயர்ச்சிகள் முக்கியப் பங்கு ஏற்கின்றன. மாகடலின் மேற்குப் பகுதியில் பெரிதும் சிறிதுமான பல குழிவுகள் (troughs) தட்டையான தாழ் குன்றுகளால் பிரிக்கப்பட்டவாறு உள்ளன. பசிபிக் மாகடலின்-ஆழ்குழிவுகளில் கீழ்வரும் குறிப்புகளைக் கவனிக்க வேண்டும். அலூஷியன் (Aleutian Trench, 7386 மீட்டர்) தீவுகளுக்கு இணையாக உள்ள அலூஷியன் நீள்பள்ளம்; ஜப்பான், குரில் (Kuril) தீவுகளுக்குக் கீழ்ப்பக்கம் நீண்டுள்ள டஸ்கரோரா பள்ளம் (Tuscarora Deep, 8514மீ. ஆழம்); தென் அமெரிக்காவின் மேற்குக் கரையோரமாக சுமார் 1500 கி·மீ· தூரம் நீண்டுள்ள மிண்டேனோ பள்ளம் (10,170மீ), அடகாமா (Atacama Trough, 7635 மீ.)

பசிபிக் மாகடலின் மிக ஆழமான இடங்கள் அதன் விளிம்பில் உள்ளன; முக்கியமாக, ஆசியாவின் கரையோரங்களிலும், ஆசியாவுக்கும் ஆஸ்திரேலியாவுக்கும் இடையேயுள்ள தீவுகளைச் சுற்றிலும் உள்ளன. மாகடலின் கிழக்குப் பகுதியில் விளிம்புக் குழிவுகள் (Periferal troughs) ஆழம் குறைந்தவையாக உள்ளன. மாகடலின் நடுவே 5,000 மீட்டருக்கும் ஆழமான இடமே இல்லை. (படம் 4).

இந்திய மாகடலின் கடல்-தரை ஏறத்தாழ சமமாக உள்ளது; ஏறக்குறைய இதன் பாதி பரப்பளவில் ஆழம் 4000 முதல் 5000 மீ. வரை உள்ளது. சில இடங்களில் கடல் தரை நீர் மட்டத்துக்கு வெகு அருகே (1700 மீ.) வரை உயர்ந்துள்ளது. இந்திய மாகடலின் மிக ஆழமான இடங்கள் (5000 மீட்டருக்கும் மேல் ஆழமுடைய) அதன் விளிம்பில் உள்ளன. இந்திய மாகடலில் இதுவரை தெரிந்துள்ள மிக ஆழமான இடம் ஜாவாவுக்கு அருகே உள்ளது (7450 மீ.).

ஆர்க்டிக் மாகடலின் எல்லாப் பக்கங்களிலும் விளிம்பாக அகலமான கண்டத்திட்டு (Continental shelf) அமைந்துள்ளது; இதில் பல ஆழமற்ற கடல்கள் உள்ளன; இவை தீவுக் கூட்டங்களாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. இங்கு பேரெண்ட்ஸ் (Barents) காரா (Kara), லேப்ட்டெவ் (Laptev), கிழக்கு சைபீரியா (East siberian), சுகோட்கா (Chukotka) கடல்கள் ஆகியவற்றை உள்ளடக்கிய அகலமான ஆழம் குறைந்த பகுதி யூரேஷிய கரையிலிருந்து மாகடலின் நடுப்பகுதிவரை நீண்டுள்ளது. இந்த ஆழமற்ற கடலின் ஆழம் 25-50 மீட்டருக்கும் மேல் இல்லை.

அமெரிக்காவின் கரையோரமாக, முக்கியமாக, அலாஸ்காவுக்கு வடக்கே, இந்த ஆழமற்றகடல் இன்னும் குறுகலாக உள்ளது. இப் பகுதியில் பெரிதும் சிறிதுமான பல தீவுகள் உள்ளன; இவற்றைச் சிக்கலான முறையில் ஒடும் குறுகிய கடற்கால்கள் (straits) பிரிக்கின்றன.

ஆர்க்டிக் மாகடலின் நடுப்பகுதியில் 3000 மீட்டருக்கு அதிக ஆழமுடைய ஒரு குழிவு உள்ளது; வடதுருவத்துக்கு அருகே இது 4290 மீ. ஆழமும், தெற்கில் 4000-5000மீ. ஆழமும் உள்ளது. ஆர்க்டிக் மாகடலில் மிக ஆழமான கடல்தரை 5182 மீ. ஆழத்தில் உள்ளது. லோமோ ஞேஸோவ்(Lomonosov) நீள் குன்று ஆர்க்டிக் மாகடலில் உள்ளது. இதன் உருவத்தையும் இருப்பிடத்தையும் பற்றி சோவியத் ஆர்க்டிக் ஆய்வாளர்கள் ஆராய்ந்து வருகின்றனர்.

உலகமா கடலின் நீர்களின் வேதியியல் சேர்வும், பௌதிகக் குணங்களும்

மாகடல்களின் நீர்கள் பொதுவாக எங்கும் ஒரே வேதியியல் சேர்வு உடையன. இவற்றின் உவர்ப்புத் தன்மை (Salinity) சராசரியாக 3·5% அல்லது 35°% (மைல் ஒன்றுக்கு) அதாவது 1 லிட்டர் நீரில் 35 கிராம் எடையுள்ள பல உப்புகள் கரைந்துள்ளன. உள்நிலக் கடல்களில் உப்பு அளவு அதிகமாக உள்ளது; இங்கு நன்னீர் வரவு இல்லை; ஆவியாதல் அதிகமாக உள்ளது. எடுத்துக்காட்டாக, செங்கடல் நீரின் உவர்ப்புத் தன்மை 4·2%° ஆற்று நன்னீரால் நீராளமாக்கப்பட்ட (diluted) கடல் நீரின் உவர்ப்புத் தன்மை மிகவும் குறைந்துவிடுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, பால்டிக் கடலிலும் ஆஜோவ் (Azov) கடலிலும் நீரின்-உவர்ப்புத்தன்மை 1—1·2 சதவீதமே உள்ளது. கடலில் வந்து கலக்கும் பெரிய ஆறுகளின் கடல்வாய்களினருகே கடல்நீர் பெரும்பாலும் நன்னீராகவே உள்ளது. இதற்கு ஃபின்லாந்தின்

வளைகுடாவின் கிழக்குப் பகுதியிலுள்ள நிவா ஆற்றின் கடல்வாய் எடுத்துக்காட்டு. இதற்கு மாறாக உள்நில வடிநிலங்களில் (எடுத்துக் காட்டாக, காரா போகாஜ்-கோல், Kara—Bogaz-Gol, பேசின்) கரைசலில் இருந்து உப்புகள் வீழ்படிவாக விழும் அளவுக்கு உவர்ப்புத் தன்மையின் அடர்த்தி மிகுந்துள்ளது.

கடல் நீரில் ஸோடியம் குளோரைடு உயர்விடம் கொண்டுள்ளது (78·32%) ; இதற்கடுத்து மெக்னீஷியம் குளோரைடு (9·44%) ; மெக்னீஷியம் சல்பேட் 6·4%), கேல்ஷியம் சல்பேட் (3.94%); பொடாஷியம் சல்பேட் (1·6·%), கேல்ஷியம் கார்பொனேட் (0·04%), சிலிகா (0·009%), புரோமின், அயோடின், மேங்கனீஸ், துத்தநாகம் (Zinc) ஈயம், செம்பு, தங்கம் ஆகியவை நுண்ணிய அளவுகளில் உள்ளன. ஆனால் இத்தனிமங்களில் சில உயிரியல் முறையில் மிகவும் முக்கியமானவை: சில ஆல்காக்கள் (Algac) அயோடினையும், சில கிளிஞ்சல் வகைகள் செம்பையும் தன்வயமாக்குகின்றன. ஆல்காக்களிலிருந்து பெருமளவு அயோடினைத் தயாரிக்கிறார்கள்; கடல் நீரிலிருந்து இதை நேராகத் தயாரிப்பது மிகவும் கடினம்.

கடல் நீரில் வாயுக்களும் உள்ளன (முக்கியமாக ஆக்ஸிஜன், கார்பன்-டை.ஆக்ஸைடு); அம்மோனியாவும் அடிக்கடி உள்ளது. கருங்கடல் போன்ற இடங்களில் கடலுள் பெயல்நீர் ஓடிச் செல்வது தடைப்பட்டுள்ளதால் (இதில் பாஸ்போரஸ் அமிழ் தரையினால் வெளிஓட்டம் தடைப்பட்டுள்ளது) கடலடியில் ஹைட்ரோஜன் சல்பைடு சேர்ந்து திரண்டுள்ளது; இது உயிர்மவய எச்சங்கள் சிதைவதாலும், கந்தகவயக் கூட்டுப் பொருள்கள் மாறுபடுவதாலும் உண்டாகும் பொருளாகும். எடுத்துக்காட்டாக, கருங்கடல் நீரில் 183மீ. ஆழத்தில் ஒருவித உயிர்மமும் வாழ முடியாத அளவுக்கு ஹைட்ரோஜன் சல்பைடு செறிந்துள்ளது. இச் சூழ்நிலைகளில் சில பேக்டீரியா இனங்களால் மட்டுமே உயிரோடு இருக்க முடியும்.

மாகடல் நீரின் மேற்பரப்பு வெப்ப அளவு புவியியல் கிடைக்கோட்டளவையும் பருவகாலத்தையும் பொருத்தது; இது துருவத்தில் குளிர்காலத்தில்—3°செ. முதல் புவி நடுக்கோட்டுப் பகுதியில் கோடையில் + 32° செ-வரை மாறுபடுகிறது. மாகடல் மேற்பரப்பின் சராசரி ஆண்டு வெப்ப அளவு 17.4°செ.; புவியின் அருகே காற்று மண்டலத்தின் அடிப்படலங்களில் சராசரி வெப்ப அளவு 14.4°செ. இதன் விளைவாக, நீர் மண்டலம் காற்று மண்ட

லத்துக்கு ஒரு வீரியம் மிக்க வெப்ப ஆற்றல் ஊற்றாகும். நீரின் வெம்மையான மேற்பரப்புப் படலங்கள்-மெல்லியவை: 100—150 மீட்டர் தடிப்பு கொண்டவை. ஆழம் அதிகரிக்க அதிகரிக்க நீரின் வெப்ப அளவு குறைகிறது. 750—1100மீ. ஆழத்தில் இதன் வெப்ப அளவு 4°செ; கடலடித் தரையினருகே வெப்ப அளவு —2°செ. (துருவப் பகுதியில்) முதல் 2°செ. வரை மாறுபடுகிறது. நிலம்-சூழ் கடல்களில் ஆழ்கடல் நீரின்-வெப்ப அளவு அதிகமாக உள்ளது; எடுத்துக்காட்டாக மெடிட்டெர் ரேனியனில் 2500மீ ஆழத்தில் இது 12°செ. உள்ளது.

மாகடல் நீரின் அடர்த்தி, ஆவியாதல் மிகுந்துள்ள பருவ மழைப் பகுதியில், 1·0 275 முதல் (புவிநடுக் கோட்டினூடே), காற்றுத் தேக்கப் பகுதிகளிலும் (doldrams) மிகுந்த மழைபொழிவு உள்ள பகுதிகளிலும் துருவங்களிலும் 1.255 வரை உள்ளது. மேற்பரப்பிலிருந்து கீழ்வாட்டாக சுமார் 200மீ. ஆழம் வரை நீரின் அடர்த்தி உயர்கிறது. இதன் உவர்ப்புத்தன்மை லிட்டருக்கு 37 கிராம் உள்ளது; இதற்கும் கீழே, 1800 மீ. ஆழம் வரை, உவர்ப்புத் தன்மை மெல்ல மெல்லக் குறைகிறது; கடலடிக்கு அருகே மீண்டும் சிறிது உயர்கிறது. கடல் நீரின் அடர்த்தி வேறு படும்போதே அதன் உவர்ப்புத் தன்மையும் வேறுபடுகிறது.

கடல் நீரின் அமுக்கம் ஒவ்வொரு 10 மீட்டர் ஆழத்துக்கும் ஓர் வளியமுக்க அளவு வீதம் உயர்கிறது. இதனால் ஆழமான கடல் குழிவுகளில் இது 1000 வளிகள்வரை உள்ளது. கடல் வாழ் உயிரினங்களின் பரவுதலில் அமுக்கம் மிக முக்கிய பங்கு கொண்டுள்ளது.

சூரிய ஒளி 200மீ. ஆழம் வரை நீரினுள் ஊடுருவிச் செல் கிறது. நிறமாலையின் நிறக்கதிர்களை உணரும் தன்மைவாய்ந்த போட்டோ படலங்களைக் கொண்டு, புறச் சிவப்புக்கதிர்கள் 400 மீட்டர் ஆழத்துக்கும் கீழ் ஊடுருவிச் செல்வதில்லை என்றும், புற ஊதாக்கதிர்கள் 800மீ. ஆழத்திலும் போட்டோ படலத்தில் கிளர்ச்சியை உண்டாக்குகின்றன என்றும் கண்டு பிடித்துள்ளனர். தாவரங்களுக்கு சூரிய ஒளி தேவைப்படுவதால் இவை கண்டத்திட்டுகளிலுள்ள ஆழமற்ற கடல்களுக்குச் சால் பான 200மீ. ஆழம்வரை மட்டுமே காணப்படுகின்றன.

உலக மாகடலின்-நீர்கள் கதிரவன், திங்கள் இவற்றின் கவர்ச் சியினாலும் காற்றியக்கத்தினாலும் எப்போதும் நகர்ந்தவாறே உள்ளன.

மேலும், நீர் மண்டலத்தில் வடிநீரும் (run off) சரியீட்டு நீரோட்டமும் (Compensation Current) உள்ளன; இவற்றை நாம் கண்ணால் காணமுடியாது. முன் கூறியது மாகடலின் பல் வேறு பகுதிகளில் காற்று மண்டல அழுத்தத்தில் ஏற்படும் மாறு பாடுகளினாலும், பின் கூறியது ஆவியாதலாலும், நீரின் வெப்ப அளவில் ஏற்றத் தாழ்வாலும், மழைபொழிவாலும் துருவப் பனிக்கட்டி உருகுவதாலும் உண்டாகின்றன.

காற்றுகள் கடலலைகளை ஓடச்செய்கின்றன. காற்று அலை களின் உயரம் காற்றின்-வலிவையும், அதன் வீசுகால நீடிப்பையும், கடலின் ஆழத்தையும் பொருத்தது; சிறிய அலைகள் தத்தனது உயரத்தைவிட 10-15 மடங்கு நீளமாக உள்ளன. திறந்த வெளிக் கடலில் 15மீ. உயரம் எழும் பேரலைகள் அவற்றின் உயரத்தைப் போல 30-40 மடங்கு நீளமாக உள்ளன. அலைகளின் சாய்மான கோணம் 2·8° முதல் 5·7° வரை உள்ளது. அலை ஓட்டம் விம்மலைவயமானது (oscillatory) இதில் ஒவ்வொரு நீர்த்துணுக்கும் தன்-அச்சில் சுழல்கிறது; அலை முகடின் மேல் ஏறிப் பின் கீழே இறங்குகிறது. இதைப் பொங்கலை எழுச்சியின்போது (swell) (காற்றோட்டம் நின்ற சற்றே பிறகு கடல் அலைப்பு இன்னும் அடங்காதபோது) நன்றாகக் காணலாம். அப்போது ஒரு கப்பல் சாய்ந்து சரிந்து மிதந்தாலும் அடுத்த அலையின் உச்சியையே அடைகிறது.

தொடர்ந்தாற்போல் வீசும் வலிவான காற்று அலை உச்சிகளை ஒன்று சேர்க்கிறது; அவற்றின் மேலிருந்து வெள்ளை நுரைத்தூவலை ஊதித்தள்ளுகிறது; மிதக்கும் பொருள்களை ஓர் அலையிலிருந்து மற்றோர் அலைக்கு வீசி எறிகிறது. மேற்பரப்பு நீரின் இலக்கம் கீழ் நோக்கிப் பரவுகிறது; ஆனால் 200மீ. ஆழத்தில் பேரலைகளும் மாண்டு விடுகின்றன; ஆழம் செல்லச் செல்ல அலையின் உயரம் பெருக்கவேற்றத் தொடர்பில் (Geometric Progression) குறை கிறது.

கடல் அலைகள் கரை விலகிய (off-shore) ஆழமற்ற கடலில், சிக்கலான வகையில் உருமாறுவதைக் காணலம். கடல் தரை அருகே உள்ளதாலும், எதிரேவரும் அலையின் மேலும் பட்டெதிர் வரும் (reflected) உடை திரையின் (breaker) மேலும் மோதுவ தாலும் இவ்வாறு உருமாறுகின்றன. அலைகள்-கரையை அணுகும் போது அதன்மேல் மோதவோ அலம்பவோ (swash) செய்கின்றன. ஒரு கடற்கரையில் இவ்வாறான அலம்பு அலைமோதலின் அதிர்ச்சி விசை சிலபோது (கருங்கடல்) சதுர மீட்டருக்கு 60 டன்னுக்கும்

அதிகமாக இருப்பதுண்டு. கடற்கரை மெல்ல மெல்லத் தேய்வதற்கு இதுவே காரணம். இத்தோற்றப்பாடு நிலப்பொதியியலில் முக்கியமானது; இதைக் கடல் அரிப்பு அல்லது அலை அரிப்பு என்பர்.

இடைவிடாது வீசும் காற்றுகள் (பருவ மழைகளும் வாணிகக் காற்றுகளும்) கடல் நீரோட்டம் எனப்படும் ஒருவகை நீரோட்டத்தை உண்டாக்குகின்றன. நீரோட்டங்களில் மிகவும் வலிமை வாய்ந்த ஒன்று அட்லாண்டிக் மாகடலில் உள்ள கல்ஃப் (gulf) நீரோட்டமாகும். இந்த நீரோட்டம் வட வாணிகக் காற்றுகளின் இறக்கத்தால் அட்லாண்டிக் கடலின் புவி நடுக் கோட்டுப் பகுதியில் உண்டாகிறது. புவிச் சுழற்சியின் விளைவாக வடக்கிலிருந்து தெற்காக வீசும் இக் காற்று புவி நடுக்கோட்டை 45° கோணத்தில் அணுகுகிறது. கேஸ்பார்டு கஸ்டாவ்டி கோரியாலி (Gaspard gustave de Coriolis) என்பவர் மாகடலில் (நீர்ம ஊடகமான தண்ணீர்த்திரளில்) புவி நடுக்கோடு நெடுக, கிழக்கு-மேற்காக ஓடும் ஒரு நீரோட்டத்தை விளக்கும் காற்றின் இயக்கம் பற்றிய ஒரு விதியை நிறுவினார். இந்த நீரோட்டம் தென் அமெரிக்காவின் கரைக்கு அருகே வடதிசையை நோக்கித் திருப்பப்படுகிறது; அதற்கும் அப்பால் மெக்சிகோ வளைகுடாவிலிருந்து வெளியே வரும்போது அது வட-கிழக்குத் திசையாகத் திரும்புகிறது.

கல்ஃப் நீரோட்டம் நீர்க்கரைகளுக்கு இடையே ஓடும் பிரம்மாண்டமான ஓர் ஆறு ஃப்புளோரிடா கரைக்கு அப்பால் இது மிக அகலமாக உள்ளது (275 கி.மீ.). இது 300 மீ.-க்கும் அதிக ஆழமுடையது; நொடிக்கு 3மீ. வேகத்தில் ஓடுகிறது. (வெள்ளக்காலத்திலும் கூட வோல்கா நதியின் ஓட்ட வீதம் நொடிக்கு 3 மீ.-க்கும் குறைவாகவே உள்ளது.)

கல்ஃப் நீரோட்டம் தெற்கிலிருந்து வெப்பத்தைக் கொண்டு வந்து பரப்புகிறது; இதனால் ஐரோப்பாவின் வட கரைகளின் வெப்ப தட்பநிலை தணிவடைகிறது. ஆகவே, கல்ஃப் நீரோட்டத்தின் பயனாக மூர்மான்ஸ்க் துறைமுகம் குளிர்காலத்தில் பனியாக உறைவதில்லை. ஆனால், இதற்கு அப்பால் 1000 கி.மீ. தெற்கிலுள்ள லெனின் கிராட் துறைமுகம் ஒவ்வோராண்டும் 5 மாதங்கள் பனியால் மூடப்பட்டுக் கிடக்கிறது.

மற்றொரு வெம்மையான நீரோட்டமான, குரோஷியோ (Kuroshio), பசிபிக் மாகடலில் குரில் (Kuril) தீவுகளுக்குத் தெற்கே ஓடுகிறது. வட கண்டங்களின் கிழக்குக் கரையிலிருந்து

வீசும் வட, வடமேற்குக் காற்றுகள் அட்லாண்டிக்கில் ஓடும் குளிர்ச்சியான கிரீன்லாந்து-, லேப்ரடோர் நீரோட்டங்களையும் பசிபிக் கடலில் கெலிஃபோர்னியா நீரோட்டத்தையும் உண்டாக்கு கின்றன.

மேலும், உள்நிலக் கடல்களுக்கு இடையிலும் வலிமையான கடல் நீரோட்டங்கள் உள்ளன; இவை நீர்மட்ட வேறுபாட்டினுல் உண்டாகின்றன. இவ்வாறு, கருங்கடலின் மேற்பரப்பு நெடுகிலும் ஆழமற்ற பாஸ்போரஸில் (Bosporus) இருந்து மார்மோரா கடலுக்கு நன்னீர் ஓடுகிறது. அடிக்கடலில் மார்மோரா கடலி லிருந்து கருங்கடலுக்கு உப்புநீர் ஓடுகிறது. இத்தகைய நீரோட் டங்கள் மெடிட்டெர்ரேனியன் கடலுக்கும் மாகடலுக்கும் இடை யேயும் இன்னும் பல இடங்களிலும் இயங்குகின்றன.

சூரியன், சந்திரன் ஆகியவற்றின் வேறுபட்ட ஈர்ப்பினுல் கடற்கரைகளில் கடல் பொங்கோதம் (உவாஏற்ற வற்றம், tides) உண்டாகிறது. இத் தோற்றப்பாடு, முக்கியமாக, புவிக்கு வெகு அருகிலுள்ள விண்வெளிப் பொருளான சந்திரனின் ஈர்ப் பினுல் உண்டாகிறது. சூரியனின் ஈர்ப்பு இதனுடன் சேரும் ஒரு கூறே. சந்திர நாள் ஒன்றுக்குப் பொங்கோதங்கள் இரண்டு முறை மாறுகின்றன.

பொங்கோதங்களின் (tides) இயக்கவியலைக் கீழ்வருமாறு விளக்கலாம். புவியின் நீர்மண்டலம் இரண்டு விசைகளின் விளை வாட்சிக்கு உட்பட்டுள்ளது: நீர்மண்டலத்தை நம் கோளுடன் பிணைக்கும் சுழல் ஈர்ப்பு (centri petal) விசை ஒன்று; அதைப் புவிப் பரப்பிலிருந்து பிடித்திழுக்கும் சுழல் வீச்சு (centri fugol) விசை மற்றொன்று சந்திரனின் ஈர்ப்பு புவியின் மேற்பரப்பிலிருந்து சந்திரனை நோக்கி நீர்மண்டலத்தை இழுக்கிறது. சந்திரனே புவியைச் சுற்றிக் கொண்டே இருக்கிறது; சுற்றும்போது நீர் மண்டலத்தின் மேற்பரப்பைத் தன்னுடன் இழுத்துச்செல்ல முயற்சிக்கிறது.

புவிக் கோட்டின் குறுக்காகப் புவிக்கோளத்தின் ஒரு குறுக்குத் தோற்றத்தைக் கற்பனை செய்வோம்; சந்திரன் அதன்புவி நடுக் கோட்டு ஆரையின்-ஒரு நீட்டத்தில் இடஞ் சுழியாகச் (anti clock wise) சுற்றுவதாகக் கற்பனை செய்வோம். சந்திரனை நோக்கி, அதன் ஈர்ப்பினுல், நீர்மண்டலம் இழுக்கப்படுகிறது. (பொங் கோதம்) இதே சமயம் வட்டத்தின் நேர் மறுபுறத்தில் சுழல் வீச்சு விசையின் காரணமாக நீர்மண்டலம் புடைத்தெழுகிறது (தணிவான பொங்கோதம்).

முதல் விட்டக் கோட்டுக்கு நேர்க்குத்தாக உள்ள விட்டத்தின் இரு முனைப்பகுதிகளிலும் ஓத இறக்கம் (ebb tides) காணப் படுகிறது. சந்திரன் சுழலும்போது இவ் விரண்டு பொங்கோதங் களும், ஓத இறக்கங்களும்கூட, அவற்றின் இடத்தை மாற்று கின்றன. இதனுல், 24 மணி நேரத்திற்குள் இந்த வட்டத்தின் ஒவ்வொரு புள்ளியிலும் பொங்கோதமும், ஓத இறக்கமும் இரு முறை மாறி மாறி நிகழ்கின்றன. ஒரு குறிப்பிட்ட புள்ளியின் மெரிடியன் வழியாகச் சந்திரன் செல்வதும் பொங்கோத எழுச்சி யும் ஒன்ருக நிகழ்கின்றன. ஓத இறக்கம் சந்திர உதய-மறைவு காலத்தோடு ஒன்றி நிகழ்கிறது.

சூரிய பொங்கோதம் சந்திர பொங்கோதத்தைவிட 2·5 மடங்கு தாழ்வாக உள்ளது. சூரியனும் சந்திரனும் புவிக்கு ஒரு பக்கத்தே வரிசைப்பட்டுள்ளபோது, அவற்றின் பொங்கோத விசைகள் ஒன்ருகச் சேருவதால் வழக்கத்துக்கு மேல் உயரமான பொங்கோதங்கள் ஏற்படுகின்றன. இவ்வாறே, சூரியன் சந்திரன் ஆகியவற்றின் பொங்கோத விசைகள் ஒன்றுக்கொன்று நேர் கோணத்தில் இருக்கையில், அதாவது ஒன்றை ஒன்று எதிர்க்கும் போது, பொங்கோதங்கள் மிகத் தாழ்ந்த அளவில் உள்ளன.

புவி நடுக்கோட்டுப் பகுதியில், அதாவது, மிகுவெப்பக், குறை வெப்பப் பகுதிகளில் பொங்கோதங்கள் அவற்றின் மிக உயர்ந்த நிலையை அடைகின்றன. புவி நடுக்கோட்டுக்கு வடக்காகவும் தெற் காகவும் அவற்றின் உயரம் குறைகிறது. நடு-மாகடல் தீவுகளின் மேல் பொங்கோத அலை 2.5 மீட்டர் உயரத்துக்கு மேல் இருப்ப தில்லை. ஆனுல், கண்டங்களில், முக்கியமாக, குறுகிய விரிகுடா அல்லது கடல்கால் பகுதிக்குள் அலைகள் நெருக்கப்படும்போது உயரம் அதிகமாக இருக்கக்கூடும். இவ்வாறு, மெகெல்லன் கடற் காலில் பொங்கோதங்கள் 18 மீட்டர் உயரத்தை அடைகின்றன; கனடாவின் ஃபுண்டி (Fundy) விரிகுடாவில் 21·5 மீட்டர் உயரத்தை அடைகின்றன. உதவியாகக் காற்று வீசும்போது வழக்கத்துக்கும் மேலான உயரத்தை அடைகின்றன. சோவியத் ரஷ்யாவில் மிக உயர்ந்த பொங்கோதங்கள் வெண் கடலின் (white Sea) கழுத்திலும், ஓகோட்ஸ்க் (okhotsk) கடலிலுள்ள பென்ஜினு விரிகுடாவிலும் (Penzhina Bay ஏற்படுகின்றன; இவை 10 மீட்டர் உயரம் வரை எழுகின்றன.

ஏரிகள் :

கண்டங்களில் ஏரிகள், ஆறுகள், நிலநீர் ஆகியவை நீர் மண்டலத்தைக் குறிக்கின்றன. சோவியத் யூனியனில் மிகப் பெரிய ஏரிகள் பின்வருவன.

	பரப்பு ('000 சதுர மீட்டர்)	ஆழம் (மீட்டர்)	நீர்மட்டத்தின் தனிமுதல் உயரம் (மீட்டர்)
கேஸ்பியன் கடல்	424.3	975	—28
அரால் கடல்	63·8	68	+66
பைகால் ஏரி	31.6	1,741	+455
லடோகா ஏரி	18.4	230	+4
பல்காஷ் ஏரி	17.4	26.5	+354
ஓனேகா ஏரி	9.6	120	+33

ஏரிகள் இயற்கையான நீர் நிறைந்த உள்நிலக்குழிவுகள் அல்லது நீர்த்தேக்கங்கள் ; இவை பலவாறு உண்டாகின்றன.

(1) புவியின் உள் விசைகளின் இயக்கத்தால் உண்டாகின்றன. உள் வீழ்ச்சிகள் (subsidences) (எடுத்துக்காட்டாக, பைகால், இஸ்யிக்-குல் முதலிய ஏரிகள்) எரிமலை இயக்கத்தின் போது ஏற்படும் வெடித்தலால் உண்டாகின்றன. (எடுத்துக் காட்டு: காமாட்சகாவிலுள்ள க்ரோனேட்ஸ் கோயி)

(2) புவியின் வெளிப்புறத்தே இயங்கும் விசைகளால் உண்டாகின்றன. எடுத்துக் காட்டாக, பனிக்கட்டி ஆற்றின் அரிப்பாலும் (லடோகா ஏரி) ஆற்றின் பள்ளத்தாக்குகளை அடைத்துள்ள பாறை வீழ்ச்சிகளாலும் (பாமீரிலுள்ள ஸாரெஜ் (Sarez) எரி, யாஷ்யில்-குல்), நிலநீர் இயக்கத்தாலும் (குகை, புதை குழி ஏரிகள்—எ-கா; குங்கூர் ஏரி) உண்டாகின்றன. இவற்றைத் தவிர மனிதனுல் உண்டாக்கப்பட்ட செயற்கைக் குழிவுகளும் (மாஸ்கோ, சிம்லியான்ஸ் கோயி (Tsimlyanskoye) ரைபின்ஸ்க் (Rybinsk) போன்ற கடல்கள்) ; கடலில் கட்டப்பட்டதொரு மணல் திட்டுகள் (Spits) விரிகுடாத்தடைகளும் (bay bars) (எ-கா: கடற்கழிகள்) உள்ளன.

இரண்டுவகை ஏரிகள் உள்ளன: ஓடும்நீர் உள்ள ஏரி; நீர் வெளியே செல்ல வழியில்லாத ஏரி. முன்னையது ஆறுகளை ஏற்றுக் கொள்கிறது; புதிய ஆறுகளை உண்டாக்குகிறது. (லாடோகா ஏரி, ஒனேகா ஏரி) பின்னையது, ஆறுகளை ஏற்றுக்கொள்கிறது; நீரை ஆவியாதல் மூலமாக மட்டுமே வெளியேற்றுகிறது. (கேஸ் பியன்-கடல், அரால் கடல், பல்காஷ் கடல்) முன்னையதில் நன்னீர்

உள்ளது; பின்னையதில் நீர் மெல்ல மெல்ல உவர்ப்புத் தன்மை பெறுகிறது. எடுத்துக் காட்டுகள்; சிறிதளவு உவர்ப்புத் தன்மை பெற்றுள்ளவை:- இஸ்யிக்-குல் (1 லிட்டருக்கு 3.6—6.7 கிராம் உப்பு உள்ளது); அரால் கடல் (10.4—12·9 கிராம் உப்பு) கேஸ்பியன் கடல் (13—14 கிராம் உப்பு) உவர்ப்புத் தன்மை மிகுந்துள்ளவை:- இல்லெட்ஸ கோயி ஏரி (1 லிட்டருக்கு 155.2 கிராம் உப்பு உள்ளது); கரா-போகாஜ்-கோல் (163.9-285 கிராம் உப்பு); பாஸ்குன்சக் (284-4-2 கிராம் உப்பு) கிராஸ்னிலிமான் (பெரிகோப்) (372 கிராம் உப்பு).

ஏரிகளில் பொங்கோதங்கள் இல்லை; அலைகளும், நீரோட்டங்களும் உள்ளன. மேலும் 'ஸை செஸ்' (Seiches) வளிமாற்றம் அசைவியக்கம் எனப்படும், காற்று மண்டல அமுக்கத்தின் மாற்றங்களுக்கு ஏற்ப மேற்பரப்பு நிலையில் நிகழும் ஊசலாட்டமும் காணப்படுகிறது.

ஏரிகளின் நீர்மட்டமும், உவர்ப்புத் தன்மையும் வெப்ப தட்ப நிலைகளுக்கு ஏற்ப மாறுபடுகின்றன. ஏரி நீரின் வெப்ப அளவு மேற்பரப்பின் அருகே பருவக்காலத்துக்கு ஏற்ப கூர்மையாக ஏறி இறங்குகிறது; இது ஆழம் செல்லச் செல்ல மெல்ல மெல்லத் தணிந்து விடுகிறது. புவியியல் சூழ்நிலைகளுக்கு ஏற்பவும், நீரின் உவர்ப்புத் தன்மையைப் பொருத்தும், ஏரிகளில் மிகவும் தாழ்ந்த வெப்ப அளவுகள் பதிவாகியுள்ளன. இல்லெட்ஸ்க் (Iletsk) நகருக்கு அருகே உள்ள குபால்நொயே (Kupalnoye) ஏரியில் அதன் மேற்பரப்பு பனியால் மூடப்பட்டிருக்கும்போது அடிப் பகுதியில் வெப்ப அளவு—13° செ. உள்ளது.

ஆறுகள்

புவிப்பரப்பில் விழும் காற்றுமண்டலத்தின் பொழிவுகள் கால்வாய்களில் அடைபட்டவாறு ஓடுவதால் ஆறுகள் உண்டாகின்றன. பொழிவு அதிகமுள்ள இடத்தில் ஆறுகளின் வலையமைவு (network) நெருக்கமாக உள்ளது. பாலைகளில் ஆறுகள் பிறப்பதில்லை. சோவியத் நீரியலாளர் A. வோயீகோவ் ஆறுகளை வெப்பதட்ப நிலையின் விளைவுகள் எனக்கருதி அவற்றைக் கீழ் வருமாறு வகைப்படுத்தினர்; (1) வெண்பனியும் பனிக்கட்டியும் உருகிய நீரை மட்டுமே பெறும் ஆறுகள்; (3) பல நீர்களையும் பெறும் ஆறுகள் நிலநீர்களும் ஆறுகளின் நீரில் மதிக்கத்தக்க அளவில் கலக்கின்றன.

ஒரு நிலப்பகுதியிலிருந்து எல்லா நீரும் வடிந்து ஓர் ஆற்றை அடையுமானால் அப் பகுதிக்கு அவ்வாற்றின் வடிநிலம் (drainage basin) என்று பெயர். வடிநிலக் குழிவுகளின் அளவு, ஆறுகளின் நீளம், அவற்றால் கடத்தப்படும் நீரின் அளவு ஆகியவை பல வாறாக இருக்கும்.

அட்டவணை 1ல் சில ஆறுகளைப்பற்றிய தகவல்கள் உள்ளன:—

அட்டவணை—1

ஆறு	வடிநில அளவு (மில். சதுர கி.மீ.)	நீளம் (கி.மீ.)	வருடாந்திர வடிநீர் (கன கி.மீ.)
சோவியத் ரஷ்யாவில்			
ஓப் (+இர்ட்டிஷ்)	2.9	5300	450
எனிசெய் (+ஸெலங்கா)	2.6	5200	500
லீனா	2.38	4600	—
ஆமூர் (+ஆர்குன்)	2.05	4480	350
வோல்கா	1.46	3690	270
டேன்யூப்	0.8	2850	220
ட்னீஸ்பர்	0.52	2150	50
மற்ற நாடுகளில்			
அமேஸ்ஜான்	7.05	5500	3160
காங்கோ	3.6	4200	1880
மிஸ்ஸிஸிபி	3.25	6600	550
யாங்ட்ஸ	1.8	5200	680

உலகில் மிகப் பல ஆறுகள் உள்ளன. சோவியத் ரஷ்யாவின் ஐரோப்பியப் பகுதியில்மட்டும் சுமார் 32,000 ஆறுகள் உள்ளன.

ஆறுகளில் தண்ணீர் உள்ளது. ஆனால், வரண்ட வெப்ப தட்ப நிலையிலுள்ள பகுதிகளின் ஆறுகள் சிறிது உவர்ப்புத் தன்மை பெற்றுள்ளன; எ-கா, அட்ரெக் (Atrek), ஸிம்பார் (Sumbar), மேற்கு துர்க்மேனியா (W. Turkmenia).

ஓர் ஆற்றிலுள்ள நீரின் அளவு பருவக்காலத்தைப் பொருத்தது. குறைந்த ஊட்டக் காலத்தில் (alimentation) (சோவியத் ரஷ்யாவில்—குளிர்காலம்) ஆறுகளில் நீர் குறைவாக உள்ளது. அதிகநீர் இளவேனிற் பருவத்தில் வருகிறது; அப்போது ஆற்றில்

நீர் மட்டம் மிக உயர்ந்து வெள்ளப் பெருக்கால் ஓடுகிறது. உயர் நீர் உள்ளபோது, முக்கியமாக ஆற்றில் வெள்ளம் ஓடும் போது, ஆறுகள் கரை புரண்டு ஓடுகின்றன; இதனால் சில போது பெருஞ்சேதங்கள் உண்டாகின்றன.

ஆறுகளின் நீரோட்ட அளவு படுகை நிலத்தின் சாய்மானத்தைப் பொருத்து மிகவும் வேறுபடுகிறது. இந்த அளவு சாய்மானத்தின் மிகைப்பெருக்க மூல விகிதத்தில் (square root) உயர்கிறது; சாய்மானம் நான்கு மடங்கானால், ஓட்ட அளவு இரண்டு மடங்காகிறது. ஓர் ஆற்றின் கடத்துதிறன் அதன் நீரின் பொருண்மையையும் நீரோட்ட அளவு விகிதத்தையும் பொருத்தது. இதை $\frac{Mv^2}{2}$ என்னும் சுருக்க விகிதமுறையில் குறிக்கலாம்; கடத்துவிசை நீரின் பொருண்மைக்கும் (M) நீரோட்டத்தின் வேக வீதத்தின் (v) இருமிசைப் பெருக்கத்துக்கும் (square of) நேர் வீதத்தில் (proportional to) உள்ளது.

இவ்வாறாக, நீர்மண்டலம், காற்றுமண்டலத்தைப் போல், எளிதில் இடம் பெயரும் தன்மை பெற்றுள்ளது: பொருள்களைக் கடத்திச் செல்லும் ஆற்றல் பெற்றுள்ளது; மேலும், கீழே காணப்போவதுபோல், புவிப்பொருக்கின் ஆக்கத்திலும் மாற்றங்களிலும் பங்கு கொண்டுள்ள வலிமைமிக்க நிலப் பொதியியல் செயலியாக (agent) உள்ளது.

உயிர் மண்டலம் (Biosphere)

உயிர்மங்களின் (organisms) நிலப்பொதியியல் பங்கினை வெகு காலத்திற்கு முன்பே அறிவியலாளர்கள் கண்டுணர்ந்துள்ளனர். ஆனால், 20ஆம் நூற்றாண்டுக்கு முன் எந்த அறிவியலாளரும் புவியின் வாழ்க்கையில் உயிர்மங்களின் பங்கைப்பற்றிச் சிறப்பாக வற்புறுத்தவில்லை. ரஷ்ய கனிம இயலாளரும் புவி வேதியியலாளருமான (geochemist) V. வெர்னட்ஸ்கி என்பவர் முதலில் வற்புறுத்தினார். உயிர்மங்களுக்கும் சுற்றுப்புறங்களுக்கும் இடையே நெருங்கிய இடைச் செயலியக்கம் (Interaction) உள்ளது என்றும், இதனால், தொடர்ந்தாற்போல், உயிர்ச்சத்துச் சார்பற்ற கனிம உலகிலிருந்து உயிருள்ள உயிர்மங்களுக்குள்ளும் (organisms), இதற்கு எதிர்மாறாகவும் அணுக்கள் இடமாற்றமடைந்தவாறே உள்ளன என்றும் காட்டினார்.

நம் கோளில் உயிர் எப்படி உண்டாயிற்று என்பது இன்னும் விளங்கவில்லை. மிகத் தொன்மையான காலத்தில் தோன்றிய

தாழ்நிலை உயிர்மங்கள் இன்றுள்ளதைப்போலல்லாது வேறு வகையான வெப்ப—இயக்க நிலைகளில் (thermo dynamic conditions) இருந்திருக்கலாம் என்று கருதப்படுகிறது. V. ஓமெல்யான்ஸ்கி தாழ்நிலை உயிர்மங்களின் வீரியம் பற்றிக் கவர்ச்சியூட்டும் உண்மைகளைத் தருகிறார். எடுத்துக்காட்டாக, சில காளான் (பூஞ்ஞை) சிதல் விதைகள் (fungal spores) 140° செ. அளவு வெப்பத்திலும் உயிருடன் உள்ளன. நுண் கிருமிகளின் (microbes) சிதல் விதைகள் இதேபோல் குளிர்ச்சியையுங் கூட எதிர்த்து நிற்கின்றன. நீர்ம ஹைட்ரோஜனில் இவை —253° செ. வெப்ப அளவில் பத்துமணி நேரம் உயிர் வாழ்கின்றன;—190°செ. வெப்ப அளவில் ஆறுமாத காலம் வரை தம் உயிர் வளத்தைப் பாதுகாக்கின்றன. நுண்ணுயிர்மங்கள் (micro-organisms) அழுத்த அளவில் மிகப் பெரிய மாற்றங்கள் இருந்தாலும் உயிர் பிழைத்துக்கொள்கின்றன, எடுத்துக்காட்டாக, அழுகிய கரிமப் பொருள்களில் வாழும் (saprophytic) சில பூஞ்ஞைக்காளான்களும் (fungi) நுண்ணுயிரிகளும் (bacteria) 3000 வளிகள் அழுக்கத்தைக்கூட எதிர்த்து நிற்கின்றன. நொதிச் சத்துயிர்கள் (yeast) 8000 வளிகள் அழுக்கத்திலும் உயிருடன் உள்ளன.

புவியின் வாழ்க்கை, காற்று மண்டலம், நீர்மண்டலம், கல் மண்டலம் ஆகியவற்றுடன் நெருங்கிய தொடர்புடையது. உண்மையில், இது. இந்த மூன்று புவி மண்டலங்களின் செயல்பாடு (function) என்றே சொல்லலாம்; இவை மூன்றில் ஒன்றை எடுத்துவிட்டாலும் புவியில் இன்றைய உயிர்நிலை மறைந்துவிடும். நம் கோளின் வரம்புகளுக்குள் காற்றுமண்டலத்தில் 6 கி. மீ. உயரம் வரையிலும், நீர் மண்டலத்தில் கடலின் ஆழ்கடல் குழிவுகளிலும் (10,170 மீட்டர் ஆழம்), இம் மண்டலத்தில் பல நூறு மீட்டர் ஆழத்திலுள்ள கல்படலங்களிலும் உயிர்மங்களைக் காண்கிறோம்.

புவியின் வரலாற்றைப் பொதுவாக இரண்டு பெரிய கால வயப் பிரிவுகளாகப் பிரிப்பதுண்டு: புவியில் உயிர்களே இல்லாத உயிரில் (Azoic) பகுதி; உயிர்மங்கள் தோன்றி வெகுவாக வளர்ந்து வந்த உயிர்க் காலப்பகுதி (zoic), அப்போதிலிருந்து கல் மண்டலம் தாவர, மிருக உயிர்ச் செயலாற்றலின் விளைவுகளுக்குச் சான்றாக உள்ள பலகனிமங்களாலும், பாறைகளாலும் தொடர்ந்தாற்போல் வளமூட்டப்பட்டு வந்துள்ளது.

புவியின் வாழ்க்கையில் உயிர்மங்களின் பங்கு, பாறைகளையும் கனிமங்களையும் உண்டாக்குவதோடு நிற்கவில்லை; அவற்றின் வீரிய உயிர்ச் செயல்களின் பயனாகப், பல முக்கிய நிலப்பொதி

யியல் செயல்முறைகள் (processes) நிகழ்கின்றன. சிக்கலான உயிர் வேதியியல் கிளர்வுகளின் விளைவாக மண்கள் (soils) உண்டாகின்றன. நெடுங்காலத்துக்கு முன்பே, அதாவது, 19ஆம் நூற்றுண்டின் தொடக்கத்திலேயே நிலப்பொதியியல் வல்லுனர் மண்ணை ஒரு பாறை என்றும், இது மற்ற பாறைகளிலிருந்து அதன் வளப்பத்தினுல் (fertility) மாறுபடுகிறது என்று சரியாகவே வரையறுத்துக் கூறியுள்ளனர்.

நிலப்பொதியியல் கருத்துப்படி தனித்தனியாக ஒவ்வொரு உயிர்மமும் வெவ்வேறு தொழில்கூறுகளைச் செய்கின்றன. உயிர் மங்களை இரண்டு வகுப்புகளாகப் பிரிக்கின்றனர் : (1) பாறை ஆக்கும் வகை; (2) பாறை ஆக்கத்தோடு சம்பந்தப்படாத வகை. எல்லா மிருகங்களும் தாவரங்களும் பாறை—ஆக்கு (rockforming) உயிர்மங்களே.

முக்கியப் பாறை ஆக்கச் செயலைச் செய்யும் கடலியல் தாவரங்களுள் முதன் முதலில் 'டையாடம்களின்' (diatom) பெயரைக் குறிப்பிடவேண்டும். இவை சிலிகாவயமான உயிர்க்கூட்டுச் (cell) சுவரை உடையன; இக் கூடுகள் உயிர் மாண்டபிறகும் எலும்புக் கூடுபோல் எஞ்சியிருக்கின்றன. சுண்ணவய ஆல்காக்கள் பவளத் தீவுப் பாறைகளைச் சுறுசுறுப்பாகக் கட்டுகின்றன. ஃபொராமினிஃபெரா (foramini fera), ரேடியோ லேரியா (radio laria), கடல்-பாய்கள் (sea-mats), பவளங்கள் (corals), இெகய்னேடொர்ம்கள் (echinoderm), ஈரிதழ்சிப்பிகள் (bivale mollusks) ஆகியவை கடல் வாழ் பாறை-ஆக்கிகள்.

நிலத்தில் தாவரங்களே முக்கியப் பாறை-ஆக்கு உயிர்மங்கள். இவற்றின் உயிர்வள நடவடிக்கை எரியும் கனிப்பொருள்களை (caustobioliths) உண்டாக்குகின்றன: அழுகுப்பொருள்கள், சக்கை நிலக்கரி, பழுப்பு நிலக்கரி, நிலக்கரி, மண்ணெய்.

புவியின் வாழ்க்கையில் உயிர்மப்பொருள் கொண்டுள்ள மாபெரும் பங்கு உயிர்மங்களின் விறுவிறுப்பான செயலாற்றலைப் (activity) பொருத்தது. வெர்னட்ஸ்கி புவிமேலுள்ள அத்தனை உயிர்மவயப் பொருளும் அதன் மேற்பொருக்குப் பொருட்திரளில் 0.1 சதவீதத்துக்குமேல் இல்லை என்று கணக்கிட்டுள்ளார். ஆனுல், உயிர்மங்கள் அவற்றின் செயலாற்றலினுல் பொருளைக் கடத்த உதவுகின்றன. இந்த வகையில், சில அறிவியலாளர்களின் கருத்துப்படி (S. கலெஸ்னிக்) இவற்றின் செயற்கூறு, நிலப்பொதியியலில் ஆறுகளும், காற்றும், பனியாறுகளும் செய்யும் வேலையை விட மிக முக்கியமானது.

உயிர்மங்களின் இனப்பெருக்க ஆற்றல் மிக முக்கியமானது. ஒரு பெண் கரையான் (termite) தொடர்ந்து வாழ்நாள் முழுதும் (ஒன்பது ஆண்டுகள்) 24 மணி நேரமும் ஆயிரக்கணக்கான முட்டைகளை இடுகிறது. டேன்டிலியன்கள் (dandelions) எனப் படும் செடிகள் தோற்றுவிக்கும் பலவகைப்பட்ட சந்ததிகள் அனைத் தும் அப்படியே உயிர்ப்பிழைத்திருக்குமானால், நிலத்தின் மொத்தப் பரப்பையும் 10-12 ஆண்டுகளில் மூடிக்கொள்ளும். சில மீன்கள் சில மில்லியன் கணக்கான முட்டைகளை இடுகின்றன. இவற்றில் பெருமளவு முட்டைகள் மாய்ந்து போகாமல் இருக்குமானால் நீர் மண்டலத்தில் குறைந்தகால அளவிலேயே இடநெருக்கடி ஏற் பட்டுவிடும். மற்றொரு எடுத்துக்காட்டு. டையாடம் (diatom) மொட்டுவிடுதல் (gemmation) என்னும் முறைப்படி நடத்தும் சுறுசுறுப்பான இனப்பெருக்கத்தினால், எட்டே நாள்களில் ஒரு தனி டையாடம் நம் கோளின் கன அளவுக்குச் (பருமன்) சமமான அளவு பொருள்திறனை உண்டாக்க வல்லது; இதுவும் இன்னும் ஒருமணி நேரத்துக்குப்பிறகு அளவில் இரட்டித்துவிடும். 24 மணி நேரத்தில் இது எவ்வளவு பிரமாண்டமான அளவாகிவிடுமென் பதைக் கணக்கிடுவது கடினமல்ல. இவ்வாறே, அழுகிய விலங்குத் தாவரப் பொருள்களின் வடிநீரில் காணப்படும் இமை மயிர்வய மூல முதல் உயிரிவகையொன்று (ciliate infusorian) நம் கோளின் அளவுக்குச் சமமான ஊன்மப் பொருளை (protoplasm) ஓராண்டில் உண்டாக்க வல்லது.

ஆனால், இப்பேரளவு இனப்பெருக்கம் புவியின் உயிர்மப் பொருளில் அதிக அளவு உயர்ச்சியை உண்டாக்கிவிடுவதில்லை. ஏனெனில், மிகப் பெரும்பாலான உயிர்மங்கள் கரு-உள்-நிலையி லேயே மாய்ந்துவிடுகின்றன. அவற்றுள் சூழ்நிலைகளுக்கு மிகவும் பொருத்தமானவையே உயிர்பிழைக்கின்றன. உயிர்மங்கள் சூழ் நிலையின் விளைவாட்சிக்கு உட்பட்டுத் தம்மை மாற்றிக்கொள்ளும் ஆற்றல் கொண்டுள்ளன. தனியொரு உயிர்மத்தின் அங்கங்கள் அவை செய்ய வேண்டிய வினைகளுக்கு ஏற்பத் தம்மை எப்போதும் மாற்றியமைத்துக்கொண்டே இருக்கின்றன.

தாவர உலகம் குறிப்பிட்ட சூழ்நிலைகளில் வளர்கிறது; இச் சூழ்நிலைகள் எப்போதும் மாறிக்கொண்டே இருக்கின்றன; புவியின் வளர்ச்சிப்போக்கில் இவை இனியும் மாறுபடக் கூடும். தாவர உலகின் வளர்ச்சியில் மிக முக்கிய ஆக்கக் கூறுகளில் ஒன்று வெப்ப தட்ப நிலை. வெப்ப அளவு, காற்றின் ஈரப்பதன், வாயுக்கள், நிலமேற்பரப்பு (இது காற்றுத்திரளைகளின் அசைவைத் தீர்மானிக்கும்), சூரிய ஒளி, மண் (soil) ஆகியவை முக்கியக் கூறுகளாகும்.

நில மிருகங்கள் தாவரங்களைவிடக் குறைந்த அளவில் வெப்ப தட்ப நிலைகளைச் சார்ந்து (நம்பி) வாழ்கின்றன. குறிப்பாக, இது சூட்டு-இரத்த (வெங்குருதி) மிருகங்களுக்கு அதிகம் பொருந்தும் (எ. கா. பறவைகள், பாலூட்டிகள்). குளிர்ந்த-இரத்த ஊர்வனவும், செவுள்களும் நுரையீரல்களும் ஒருங்கேகொண்ட (dipnoi) உயிர்களும் மட்டுமே, சில குறிப்பிட்ட வெப்பதட்ப நிலைகளில் வாழ முடியும் (மிதவெப்ப, வெம்மையான வெப்பதட்ப நிலைகள்.)

மலையில்(orographic) சூழ்நிலைகளும் நிலம்-வாழ் பிராணிகளின் குடியேற்றத்தில் முக்கியப் பங்குகொண்டுள்ளன. குறிப்பிட்ட மலையியல் சூழ்நிலைகளில் வாழும் பிராணிகளைத் தனித்தனியான வகுப்புகளாகப் பிரிக்கலாம். நிலம்-வாழ் பிராணிகளின் பரவியலைத் (duitri bution) தீர்மானிக்கும் இந்த விதிகள், பண்டைய காலப் பிராணி உலகத்தைப்பற்றி ஆயும்போது சிறப்பாக முக்கியத்துவம் பெறுகின்றன.

கடல்-வாழ் மாவடைக்கும் (fauna) நிலம்-வாழ் மாவடைக்கும் ஓர் அடிப்படையான மாறுபாடு உள்ளது. முதன்-முதலாக கடல்-வாழ் மாவடை வெப்ப அளவில் சுமாராக உணரக்கூடிய மாறுபாடுகளைக் கூடத் தாங்கிக்கொள்ள முடியாது தவிக்கின்றன. கடல்-வாழ் மாவடையும் தாவர இனங்களும் கடல் நீரின் உவர்ப்புத் தன்மை, வெப்ப அளவு, நீரோட்டங்கள், சூரிய ஒளி, நீர் அழுத்தம், தரையின் புடைகூறு, அடிவண்டல்களின் கூட்டமைவு (composition) ஆகியவற்றின், அதாவது, மொத்தத்தில், நீர் வயமான சூழ்நிலையின் பௌதிக-வேதியியல் குணங்களின் சிக்கலான தன்மையின் விளைவாட்சிக்கு உட்பட்டுள்ளன.

கடல்-வாழ் பிராணிகளை, அவற்றின் வாழ்க்கை முறைக்கு ஏற்ப, பின்வரும் வகுப்புகளாகப் பிரிக்கலாம். கடலடி-உயிர் (benthos)-கடலின் அடிப்பகுதியில் வாழும் மாவடை; நீந்து உயிர் (nekton)—நீந்திவாழும் உயிரியம்; அவ்வப்போது மட்டும் நீரின் மேற்பரப்புக்கு அருகே மிதக்கும் கடலுயிரி (meroplankton); மிதக்கும் கடலுயிரி (plankton); உயிர்ப்பு அற்ற (passive) நிலையில் மிதக்கும் உயிர்கள்; மற்றவை.

மாகடல்களில் 2000 மீட்டர் ஆழம்வரை உயிரினங்கள் நெருக்கமாக உள்ளன. இதற்கும் கீழ் மிதக்கும் கடலுயிரிகளும், நீந்து உயிரிகளும் எண்ணிக்கையில் விரைவாகக் குறைகின்றன. ஆனாலும், பலவகையான தாவர இனங்களும், மாவடையும் (flora & fauna) மிக ஆழ்ந்த மாகடல் குழிவுகளிலும் உள்ளன.

ஆற்றலின் உற்பத்தியாளர்களில் உயிர்மண்டலம் மற்ற வற்றைவிட உயிர்ப்புத்தன்மையுடையது. இது புவிப்பொருக்கின் மாபெரும் திரள்களை இடம்பெயரச் செய்கிறது. உயிர்மப் பொருள்கள் மண்ணை (soil) உண்டாக்குகின்றன; பாறைகளின் ஆக்கத்தில் பங்குகொள்கின்றன; புவிப்பொருக்கின் நுண்புடை கூறுகளைத் தன் விளைவாட்சிக்கு உட்படுத்துகின்றன, சூரிய ஒளிச் சக்தியை (energy) புவியின் உட்புறத்தில் சேகரித்து வைக்கின்றன. புவிக்காற்று மண்டலத்தின் கூட்டமைவைச் (composition) சீராக்குகின்றன. இவையனைத்தும், உயிர்மப் பொருளானது காற்று, நீர் ஆகியவற்றுக்கு நேர்சரியான ஒரு முக்கிய நிலப்பொதி யியல் ஆக்கக் கூறு (factor) என்பதைக் காட்டுகின்றன.

கல் மண்டலம் (Lithosphere)

கல் மண்டலம் அல்லது புவிப்பொருக்கு (crust) ஒரு கடின மான பாறைப் பொதியுறை (shell) இதைக் கட்டழிவியற்பகுதி (zone of katamor phism) எனப்படும் மேற்பகுதியாகவும் மாற் றியல் வயப்பகுதி (zone of metamor phism) எனப்படும் கீழ்ப்பகுதி யாகவும் பகுத்துள்ளனர். காற்று மண்டலத்தை அடுத்துள்ள கட்டழிவியற்பகுதியின் மேற்பகுதியை உகவியக்கப் பொருக்கு என்பர்; கீழ்ப்பகுதியைப் பிணைப்பியல் வயப்பட்டை (belt of cemen tation) என்பர்.

கல்மண்டலத்தைச் சிறிது ஆழம்வரை மட்டுமே காணமுடியும். ஏனெனில், மிக ஆழமான துருவு துளை கூட 6.5 கி. மீ. ஆழம் வரைமட்டுமே சென்றுள்ளது. புவியில் குறிப்பிட்ட சில மடிப்பு கண்டப் பகுதிகளில் மட்டுமே, முன்பு 15-16 கி. மீ. ஆழத்தில் உண்டான பாறைகள், மலைவளர் பிறழ்ச்சிகளின் பயனாக இன்று மேற்பரப்பில் தெரியுமாறு உள்ளன.

புவிப்பொருக்கின் வேதியியல் கூட்டமைவைப் பாறைகள், கனிமங்கள் ஆகியவற்றின் பாகுபாட்டின் (analysis) அடிப் படையில் கணித்துள்ளனர். சோவியத் கனிம இயலாளரும் புவி வேதியியலாளருமான A. விநோகிராடோவின் கருத்துப்படி கல் மண்டலம் கீழ்க்காணும் தனிமங்களால் (எடை சதவீத அளவில்) ஆக்கப்பட்டுள்ளது: ஆக்சிஜன் (O)—46 Si சிலிகான் (Si)—26.00; அலுமினியம் (Al)—7.45; இரும்பு (Fe)—4.20; கேல் ஷியம் (Ca)—3.25; மெக்னீஷியம் (Mg)—2.35; சோடியம் (Na)—2.40; பொடாஷியம் (K)—2.35; ஹைட்ரொஜன் (H)—1.00.

மேலே கண்ட எண்ணிக்கைகள் காட்டுவதுபோல் ஒன்பது தனிமங்கள் புவிப்பொருக்கின் எடையில் 98 %-க்கும் மேலான எடையை அளிக்கின்றன; இதில் பாதி அளவை ஆக்சிஜன் அளிக்கிறது. (இது மேற்குறிப்பிட்ட ஆழ வரம்புக்குட்பட்டது). சிலிகான் கால்பங்குக்கும் சற்று அதிகமான எடைக்கும் காரணமாகிறது. ஆகவே, இந்த இரண்டு தனிமங்களும் புவிப்பொருக்கின் எடையில் முக்கால் பங்குக்குக் காரணமாகின்றன. அலுமினியம், இரும்பு, ஆல்கலிவய-ஆல்கலி-மண்வய உலோகங்கள், ஹைட்ரொஜன் 23 சதவீதத்துக்கும், மற்ற தனிமங்கள் 1.2 சதவீதத்துக்கும் காரணமாய் உள்ளன. டைடேனியம். கார்பன், பாஸ்பரஸ் ஆகியவற்றின் இழுப்பு அளவை (content) ஒரு சதவீதத்தின் 10-ல் இத்தனை பங்கு என்னும் வீதத்திலும், மேங்கனீஸ் கந்தகம், பேரியம், குளோரின், குரோமியம், புளோரின் (fluorine), ஜிர்கோனியம் (zirconium), நிக்கல், ஸ்ட்ரான்ஷியம் (stron tium), வெனடியம், செம்பு ஆகியவற்றை ஒரு சதவீதத்தில் நூற்றுக்கு இத்தனை பங்கு என்னும் விகிதத்திலும், டங்ஸ்டன், விதியம், ஹாஃப்னியம், ஈயம், கோபால்ட் ஆகியவற்றை ஒரு சதவீதத்தில் ஆயிரத்தில் இத்தனை பங்கு என்னும் விகிதத்திலும் அளந்து குறிக்க வேண்டும். மற்ற தனிமங்களை (எ.கா. ரேடியம்) இதற்கும் சிறிய அளவுகளில் குறிக்க வேண்டும்.

புவிப்பொருக்கில் மிகச்சிறிய அளவிலுள்ள தனிமங்களை இம்மித் தனிமங்கள் (trace elements) என்பர். எனினும், இவற்றில் சில புவிப் பொருக்கின் வாழ்வியக்கத்திலும் பொருளாதாரத்திலும் முக்கியப் பங்கு கொள்கின்றன.

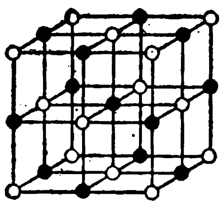
தெரிந்துள்ள தனிமங்கள் அத்தனையிலும் ஒரு சிலவே இயல் தனிம நிலையில் (Native State) கிடைக்கின்றன. இவை தங்கம், பிளேட்டினம், வெள்ளி, செம்பு, கந்தகம், கரி (நிலக்கரி அனல் மலிவகை—(Anthracite)—கிராஃபைட், வைரம்), இவற்றை இயல் தனிமங்கள் (Native elements) என்பர். புவிப் பொருக்கிலுள்ள பெரும்பாலான தனிமங்கள் வேதியியல் கூட்டுப்பொருள்களை உண்டாக்குகின்றன.

எல்லா இயற்கை வேதியியல் கூட்டுப்பொருள்களும், இயல் தனிமங்களும் புவிப்பொருக்கின் மேலோ அல்லது உள்ளோ நடைபெறும் பௌதிக—வேதியியல் செயல் முறைகளால் (processes) உண்டானவை. தற்கால அறிவியல்படி சுமார் 3000 கனிமங்கள் இருப்பதாகக் கருதுகின்றனர். இவற்றுள் பெரும்பங்கு திடநிலை

யில் உள்ளது. ஒரு சிலவே திரவ அல்லது வாயு நிலையில் உள்ளன. கனிமங்கள் புவிப்பொருக்கை உண்டாக்கும் பாறைகளின் ஆக்கக் கூறுகளே.

கனிமங்களைப் பற்றிய பொதுத் தகவல்கள்
கனிமங்களின் படிகவய அமைப்பு

நமக்குத் தெரிந்துள்ள கனிமங்களில் பெரும்பாலானவை படிகவய நிலையில் உள்ளன. ஒரு சிலவே அப்படிக அல்லது படிம (amorphous) நிலையில் உள்ளன. படிகவய நிலைக்கும் படிம நிலைக்கும் உள்ள வேற்றுமை; தனிமங்கள் படிகவய நிலையில் இருக்கையில் அவை ஒவ்வொன்றின் கூட்டணுக்களும் (molecules) அணுக்களும் (atoms), மின்னணுக்குகளும் (ions) ஒரு குறிப்பிட்ட சீரான முறையில் அமைந்து ஓர் அணுவெளித்தட்டின் அமைப்பை (spatial lattice) ஏற்படுத்துகின்றன. (படம் 5) ஆனால், படிம நிலையிலுள்ளவற்றில் அணுக் கூறுகள் (particles) இயல்முறை யற்றவாறு அமைந்துள்ளன. உள் அமைப்பிலுள்ள இந்த வேறுபாடு படிகவய, படிமவயப் பொருள்களின் பௌதிகக்குண (வெப்பம் கடத்து தன்மை, மின்கடத்து தன்மை, காந்தமாந் தன்மை, கடின அளவு போன்றவை) வேறுபாடுகளுக்குக் காரணங் கூறுகிறது. ஓர் அணுவெளித்தட்டியில் அணுக்கூறுகள் ஒவ்வொன்றுக்குமிடையே எந்த ஓர் இணையான திசையிலும் ஒரேஅளவான தூரம் உள்ளது; இணைவு அற்ற திசைகளில் தூரம் மாறுபடலாம். ஆதலால், ஆக்கக் கூறுகளான அணுக் கூறுகளால் வரையறுக்கப்பட்ட படிகவயப் பொருள்களின் குணங்கள், இணையான திசைகளில் ஒன்றேபோலவும் (மாறாமலும்) மற்ற திசைகளில் மாறுபடக் கூடியனவாயும் உள்ளன. அணுவெளிச் சட்டத்தின் அமைப்பின் காரணமாக இவ்வாறு உள்ளது. படிமப் (amorphous) பொருள்களின் பௌதிகக் குணங்கள் எல்லாத் திசைகளிலும் ஒன்றுபோல உள்ளன; இவை அப்பொருளின் வேதியியல் கூட்டமைவால் வரையறுக்கப்பட்டுள்ளன. இதனால்தான் திசைக்குத்திசை குணம் மாறும் (anisotropic) படிகவயப் பொருள்களுக்கு மாறாக இத்தகைய பொருள்கள் திசைக்கேற்ப குணம் மாறாதவை, அல்லது, சமகுணமானவை (Isotropic) என்பர்.



படம் 5. பாறை உப்பின் அணுவெளித்தட்டி அமைப்பு.
O Na—சோடியம்
● CL—குளோரின்.

படிகவய நிலையிலுள்ள கனிமங்கள் பொதுவாகச் சீரற்ற உருவங்களைக் கொண்ட மணிகளாகக் (grains) காணப்படுகின்

றன; அவை எப்போதும் படிகங்களாக (படம் 6) அதாவது, நேர்கோடுகளைப் பக்கங்களாகக் கொண்ட பல்தளப் பிழம்புருவங்களாகக் (rectilinear polyhedrons) காணப்படுபடுவதில்லை.

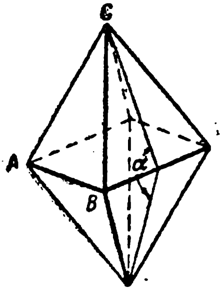


படம் 6. குவார்ட்ஸ் படிகங்கள்

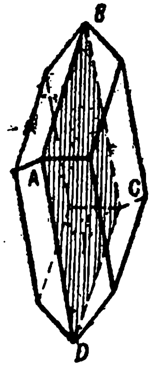
c m—செ. மீ.

ஒவ்வொரு கனிமமும் ஏறத்தாழ நிலையான படிக உருவம் உடையது; இவ்வுருவம் அப்பொருளின் உள் அமைப்பைப் பொருத்தது—அதாவது, அணுவெளிச்சட்டத்தைப் பொருத்தது. ஒவ்வொரு படிகமும் தளங்களை அல்லது தட்டையான முகங்களை (faces) எல்லையாகக் கொண்டுள்ளது. முகங்களை ஒன்று சேர்க்கும்

நேர்கோடுகளைப் படிகத்தின் விளிம்புகள் (edges) என்பர்; விளிம்புகள் ஒன்று சேரும் இடத்துக்கு முனை அல்லது உச்சி (apex) என்று பெயர் (படம் 7).



படம் 7. படிகத்தின் கூறுகள்
ABC—முகம்; AB—விளிம்பு;
α—இருமுகக் கோணம்; C—முனை.
ACBα—அப்படியே வரைக.



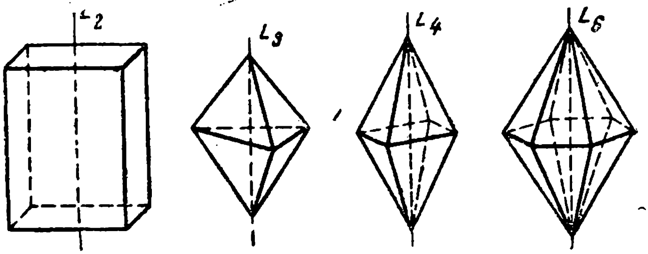
படம் 8. சமச்சீர்மைத் தளம்
ABCD
ABCDP அப்படியே வரைக.

சூழ்நிலையின் விளைவாட்சிக்கு உட்பட்டு படிகமுகங்களின் உருவமும் அளவும், அவ்வப்போது எண்ணிக்கையும் கூட, மாறுபடக்கூடும்; அளவும் படிக விளிம்புகளின் எண்ணிக்கையும் படிகத்தின் உருவக்காட்சியுமே இதற்கேற்ப மாறுபடுகின்றன. ஆனால் எல்லாவகையிலும், உள் அமைப்புடன் தொடர்பு கொண்டவாறுள்ள முக அமைப்பு மட்டும் மாறுவதில்லை; அதாவது, கனிமத்தின் படிக முகத்திடை கோணங்கள் (interfacial angles) மாறுவதில்லை. இச்சம முகத்திடை கோணவிதியின் பயனாக மிகச் சிறு படிகத்துண்டைக் கொண்டே கனிமத்தை அடையாளம் தெரிந்துகொள்ள முடிகிறது.

படிகங்கள் சமச்சீராக உள்ளன. அதாவது, அவற்றின் தனி உறுப்புகள் (முகங்கள், விளிம்புகள், முனைகள்) அல்லது உறுப்புகளின் சேர்ப்புகள் (combination) சீரான முறையில் திரும்பத் திரும்ப அமைந்துள்ளன. ஒரு படிகத்தை ஒருதளத்தால் வெட்டுவதாலும், ஓர் அச்சில் படிகத்தைச் சுழலச்செய்வதாலும், அதன் தனித் தனி கூறுகளை ஒரு குறிப்பிட்ட புள்ளிக்குச் சம்பந்தப்படுத்தி ஒப்புநோக்குவதாலும் இதைப் புரிந்துகொள்ள முடியும். இத் தளங்கள், அச்சுகள், புள்ளிகள் ஆகியவை ஒரு படிகத்தின் சமச் சீர்மைக் கூறுகள்; இவற்றை முறையே சமச்சீர்மை தளம் (plane of symmetry), சமச்சீர்மை அச்சு (axis of symmetry), சமச் சீர்மை மையம் (centre of symmetry) என்பர்.

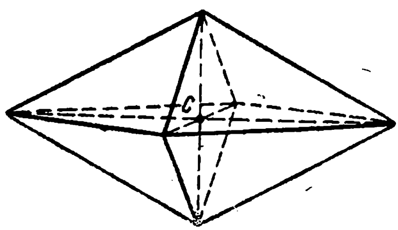
படிகத்தை இரண்டு சமப்பகுதிகளாக, அல்லது, முகம் பார்க்கும் கண்ணாடிப் பிம்ப உறவுகொண்ட பகுதிகளாகப் பிரிக்கும் ஒரு கற்பனைத் தளத்தைச் சமச்சீர்மைத் தளம் எனலாம். படத்தில் (படம் 8) இது P என்னும் எழுத்தால் குறிக்கப் பட்டுள்ளது.

சமச்சீர்மை அச்சு ஒரு கற்பனை அச்சு ; இதை 360° சுழல வைத்தால் ஒரு படிகத்தின் தனித்தனி கூறுகளைத் திரும்பத்திரும்ப வரும்படிச் செய்கிறது. இதை L என்னும் எழுத்தால் குறித் துள்ளதைப் படத்தில் காண்க. ஒரு முழுச் சுழற்சியின்போது இவ்வாறு மீண்டும் மீண்டும் வருவது 2, 3, 4 அல்லது 6 முறைகள் நடைபெறக்கூடும். ஆகவே, சமச்சீர் அச்சுக்கு இரு மடக்கு—, மும்மடக்கு—, நான்மடக்கு—, அறுமடக்கு. அச்சு என்று பெய ரிடவேண்டும். படத்தில் இவை L_2, L_3, L_4, L_6 என்று குறிக் கப்பட்டுள்ளன (படம் 9).



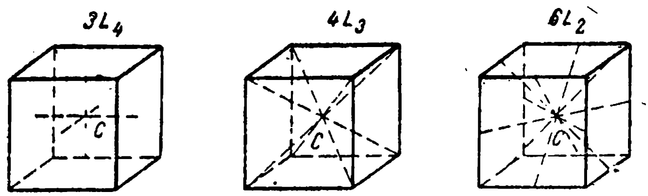
படம் 9. சமச்சீர்மை அச்சுகள்.
$L_2L_3L_4L_6$ அப்படியே வரைக.

படிகத்தின் உட்புறத்திலுள்ள எந்த ஒரு புள்ளியில் படிகத்தின் மேற்பரப்பின் ஒரே வித நிலையிலமைந்துள்ள புள்ளிகளைச் (respective points) சேர்க்கும் நேர்கோடுகள் ஒன்றையொன்று வெட்டி இரண்டு சமபகுதிகளாகப் பகுக்கப்படுகின்றனவோ அப்புள்ளிக்குச் சமச்சீர்மை மையம் என்று பெயர். படத்தில் (படம் 10) இது



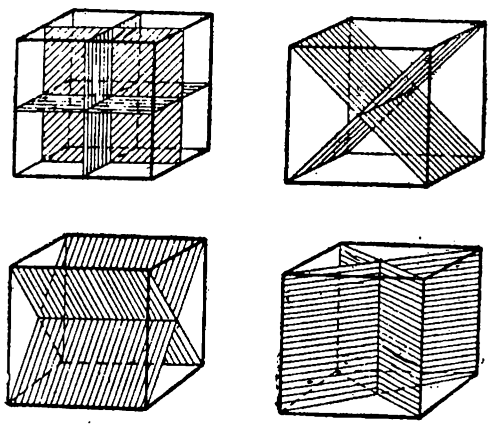
படம் 10. சமச்சீர்மை மையம் C அப்படியே வரைக.

'C' என்னும் எழுத்தால் குறிக்கப்பட்டுள்ளது. ஒரு படிகம் ஒரு சமச்சீர்மைப் புள்ளியை மட்டுமே பெற்றிருக்க முடியும்.



படம் 11. கனசதுரத்தின் சமச்சீர்மை அச்சுகள் $3L_4$, C, $4L_3$, C, $6L_2C$ அப்படியே வரைக.

கனசதுர வடிவமுள்ள ஒரு படிகம் எல்லாவற்றையும்விட அதிகமான சமச்சீர்மை அளவையுடைய ஒரு பிரிவைச் சேர்ந்தது. இது சதுர முகங்களினூடே செல்லும் நான்மடக்கு அச்சுகள் மூன்றையும் ($3L_4$); மூன்று முகங்கள் ஒன்று கூடும் கோண முனை களினூடே செல்லும் மும்மடக்கு அச்சுகள் நான்கையும் ($4L_3$); விளிம்புகளின் மையத்தினூடே செல்லும் இருமடக்கு அச்சுகள் ஆறையும் ($6L_2$) பெற்றுள்ளது. (படம் 11). மேலும் கன சது ரத்தில் ஒன்பது சமச்சீர்மை தளங்களை வரையலாம் (படம் 12). கனசதுரத்தில் அதன் சமச்சீர்மை அச்சுகள் ஒன்றை யொன்று வெட்டுமிடத்தில் அதன் சமச்சீர்மை மையம் உள்ளது.



படம் 12. கனசதுரத்தின் சமச்சீர்மைத் தளங்கள்.

சமச்சீர்மைக் கூறுகள் மற்றும் மற்றகூறுகள் பலவற்றின் சேர்மானத்தின் (combination) அடிப்படையில் படிகங்களைக் கீழ்க்காணும் ஏழுதொகுதிகளாகப் பிரித்துள்ளனர்: கனசதுர அல்லது (சம அச்சுத்தொகுதி) ; அறு கோணத்தொகுதி ; நீள் சதுரத்தொகுதி, முக்கோணத்தொகுதி, செவ்வகத்தொகுதி, ஒரு சாய்த்தொகுதி, முச்சாய்த்தொகுதி.

கன சதுரத்தொகுதியில் (cubic system) மற்ற எல்லாவற்றையும்விட அதிகமான சமச்சீர்மைக் கூறுகள் காணப்படுகின்றன. இருமடங்குக்கும் மேலான சமச்சீர்மை அச்சுகளை ஒன்றுக்கும் மேலான எண்ணிக்கையில் கொண்டிருப்பது இதன் தனிச்சிறப்பு.

இருமடக்குக்கும் மேலான 360 ஒரு சமச்சீர்மை அச்சையுடைய படிகங்கள் நடுத்தொகுதிகளைச் சேர்ந்தவை. அச்சின் மடக்கு நிலையைப் பொருத்து கீழ்க்காணும் மூன்று தொகுதிகள் பிரித்தறியப்படுகின்றன: ஓர் அறுமடக்கு அச்சை உடையவை அறு கோணத் தொகுதியைச் சேர்ந்தவை;

ஒரு நான்மடக்கு அச்சையுடையவை நாற்கோணத் தொகுதியைச் சேர்ந்தவை;

ஒரு மும்மடக்கு அச்சுடையவை முக்கோணத் தொகுதியைச் சேர்ந்தவை.

சமச்சீர்மை அச்சே இல்லாத படிகங்கள், அல்லது, இருமடக்கு அச்சுகளை மட்டுமுடைய படிகங்கள் கீழ்த்தொகுதிகளைச் சேர்ந்தவை. இவற்றில் கீழ்வரும் தொகுதிகள் உள்ளன:

இருமடக்கு அச்சுகள் அல்லது சமச்சீர்மை தளங்கள் பலவற்றையுடைய படிகங்கள் செவ்வகத் தொகுதியைச் சேர்ந்தவை.

ஓர் இருமடக்கு அச்சையோ ஒரு சமச்சீர்மை தளத்தையோ உடையவை ஒரு சாய் தொகுதியைச் சேர்ந்தவை.

எல்லாவற்றையும்விட அதிக அசமச்சீர்மையுடைய படிகங்கள் அல்லது சமச்சீர்மை மையத்தைமட்டும் உடையவை முச்சாய் தொகுதியைச் சேர்ந்தவை.

முக்கோணத் தொகுதியைத் தவிர மற்ற படிகங்களை மேற்குறிப்பிட்ட தொகுதிகளைச் சேர்ந்ததாக வகைப்படுத்தத் தேவையான சமச்சீர்மைக் கூறுகளின் மிகக் குறைந்த அளவை மேலே

கண்டோம். மேலும், மேல்தொகுதிகளையும் நடுத்தொகுதிகளையும் சேர்ந்த படிகங்கள் இருமடக்கு அச்சுகளையும், தளங்களையும், மையத்தையும் சமச்சீர்மைக் கூறுகளாகப் பெற்றிருக்கலாம். செவ்வகத் தொகுதி, ஒருசாய் தொகுதி ஆகியவற்றைச் சேர்ந்த படிகங்கள் இருமடக்கு அச்சுகள், தளங்கள், மையம் ஆகியவற்றைச் சமச்சீர்மைக் கூறுகளாகப் பெற்றிருக்கலாம்.

நாம் முன்பே குறிப்பிட்டவாறு, கனிமங்கள் மணி அமைப்புடைய அடர்வுகளாகவோ, படிகக்கோவைகளாகவோ, எப்போதாவது தனித்தனியான படிகங்களாகவோ அமைகின்றன. இக் கனிமக் கோவைகளின் இயல்புகள் அப்படிகங்கள் முக்கியமாக எந்தச் சூழ்நிலைகளில் உண்டாயினவோ அதையே பொருத்திருக்கின்றன.

சீரற்ற வெவ்வேறு உருவமுடைய கனிமணிகளின் கோவைகளை **மணிவயக் கோவைகள்** (granular clusters) எனலாம். இவை, படிகம் இடம் சம்பந்தமாக எந்தச் சூழ்நிலையில் உண்டானதோ அதையே பொருத்துள்ளன.

கொப்பறைப் பொருக்குகள் (druses) ஒரு முனையில் ஒரு பரப்பின்மேல் பொருக்குபோல் ஒட்டிக்கொண்டுள்ளவாறு வளர்ந்துள்ள படிகக் கொத்துகள்.

கணுத்திரள்கள் (concretions—பருக்கைக்கல், முடிச்சுக்கல்) ஏதேனும் மையக் கருப்பொருள்களின் மேற்பரப்பில் வெளிநோக்கி ஆரவாட்ட நார்வய அமைப்போடோ பொதுமையக் கூடு போன்றோ வளர்ந்த திரளைகளின் கோவைகள்.

மீன்முட்டைத்திரள்களும் (oolites—பரல் செறிவுகள்) கணுத்திரள்களே. இவை, நுண்ணிய துணுக்குகளைச் சூழ்ந்தவாறு கனிமப்பொருள்கள் சேர்ந்து கோளவடிவம் பெற்றவாறும், ஆரவய நார் அமைப்போ பொதுமையக் கூடு அமைப்போ (concentric) கொண்டவாறும் அமையும் கனிமத் திரட்சிகளே.

கனிமப்பொருள் பாறைகளிலுள்ள பொந்துகளைத் திணித்தவாறு இருக்குமானல் அவற்றிற்குச் **சுரப்புகள்** (secretions) என்று பெயர். கணுத்திரள்களுக்கு நேர்மாருக, இவை, வெளிவிளிம்பிலிருந்து மையத்தைநோக்கி வளரும் கனிமப்படிவுகள். சுரப்புகளில் 10 மி. மீ. அளவு விட்டமுடையவற்றைக் கண்ணடைவுகள் (amygdules) என்பர்; இதற்கும் பெரிய அளவுடையனவற்றை **நிறைபொந்து** (geodes) என்பர்.

ஊற்றுப்படிவுகள் (sinter form) ஒரு பரப்பின்மேல் பூசிப் போர்த்துவதுபோல் மெதுவாகப் படியும் கனிமஅடைகளாகும். கூழ்நிலைக்கரைசல்கள் (colloid solution) இந்தச் செயல்முறையில் முக்கிய பங்கு ஏற்கின்றன. இம்முறையில் தகைசால்பான (Typical) முந்திரி வடிவ (reni form), குமிழ்க்குவை வடிவ (botryoidol) பனிக்கட்டிக் கூர் வளர்ச்சிகள் போன்ற கல்விழுது (stalactite) கல்புற்று(stalagmite) போன்ற கனிம உருவங்கள் உண்டாகின்றன.

கனிமங்களின் பௌதிகக் குணங்கள்

கனிமங்களை அடையாளம் கண்டுகொள்ளப் பல வழிமுறைகள் உள்ளன; இவை, படிகங்களின் வடிவங்களை ஆய்வது, அவற்றின் ஒளியியல், வேதியியல் குணங்களையும் கூட்டமைவையும் ஆய்வது போன்ற பலவற்றை அடிப்படையாகக் கொண்டுள்ளன. X—கதிர் விளிம்பு ஒளி பிரிதல் முறை (x—ray diffraction), நிறமாலை அளவியல் (spectrography) வெப்ப ஆய்வுகள் (thermal analysis) மற்றும் பல துல்லியமான கனிமஇயல் ஆய்வு முறைகள் போன்ற பலவிதமான முறைகளைக் கையாண்டு கனிமங்களைக் கண்டு கொள்ளும் அளவுக்கு அறிவியல்துறை வளர்ந்துள்ளது. திட்ப நுட்பமாக (accurate) இருக்கும் பொருட்டு கனிமங்களை ஒரே சமயத்தில் பலமுறைகளைக் கொண்டு ஆய்ந்து அறிகின்றனர்.

வெளியில் நிலப்பொதியியல் துருவல் வேலையை நடத்த முக்கியமான கனிமங்களைக் கண்டவுடன் தெரிந்துகொள்ளும் சக்தி தேவை. கனிமங்களின் கீழ்க்காணும் அடிப்படைக் குணங்களைக் கவனிக்கவேண்டும்: தூளாக இருக்கும்போதும், கட்டியாக இருக்கும்போதும் கனிமத்தின் நிறம், மிளிர்வு (lustre), ஒளிமிகு தன்மை, முறிவு (fracture), கனிமப்பிளவு (cleavage), கடினத் தன்மை (hardness), செறிவெண் (sp. gr.). இந்தக் குணங்கள் கனிமத்தின் உள்-அமைப்போடும், அவற்றின் படிகவய தட்டி அமைப்பின் நுண் இழைமை அமைதியோடும் நெருங்கிய தொடர்பு கொண்டுள்ளன. இது சம்பந்தமாக, படிகவய நிலையிலுள்ள ஒவ்வொரு கனிமமும் அவற்றின் உள்ளார்த்தபடியுள்ள (inherent) திசைக்குத்திசைமாறும், குறிப்பிட்ட எண்ணிக்கையிலுள்ள, குணங்களைப்பெற்றுள்ளன.

நிறம்: கனிமத்தின் நிறம் சிறுகட்டியாக இருக்கும்போதும், தூளாக இருக்கும்போதும் வெவ்வேறாக இருக்கலாம். கட்டியாயுள்ளபோது, ஒரு கனிமத்தின் நிறம் அதன் அடிப்படை வேதியியல் கூட்டமைவையும், படிகவய அணுவெளிச்சட்டத்தில் அணுக்களும்

மின்னணுக்களும் எவ்வாறு அமைந்துள்ளன என்பதையும், கனிமத்தின் நிறத்தை மட்டுமே அல்லாது மற்ற குணங்களைப் பாதிக்காதபடி மிகச்சிறிதளவே உள்ள வேதிய—, பௌதிக—மாசுகள் (impurities) ஆகியவற்றையும் பொருத்துள்ளது. இதனால் ஒரே நிறத்தையுடைய வெவ்வேறு கனிமங்களையும் (எ. கா. ரோஜா நிற ஜிப்சம், ரோஜா நிற ஹேலைட்), ஒரே கனிமம் பல நிறங்களைப் (எ. கா. ஃபிளிண்ட் வெள்ளை, பழுப்பு—சாம்பல், பழுப்பு, சிவப்பு, கருப்பு, அல்லது வேறு ஏதாவது நிறம் ஆகிய பல நிறங்களில் உள்ளது) பெற்றுள்ளதையும் காண்கிறோம்.

ஒரு கனிமத்தை விவரிக்கும்போது, அதன் நிறத்தைக் கூடிய மட்டும் சரியாகவும் தெளிவாகவும் குறிக்க வேண்டும்; எல்லோருக்கும் தெரிந்த சில பொருள்களின் (பால் வெள்ளை, எலுமிச்சை மஞ்சள்) நிறத்தோடு ஒப்பிட்டுக் கூறலாம்.

சில கனிமங்களின் தூள் நிறம் (streok) கட்டியாக இருக்கும் போதுள்ள நிறத்துக்கு மாறுபட்டுள்ளது. எடுத்துக்காட்டாக, பைரைட் கட்டி பொன் மஞ்சள் நிறமுடையது; அதன் தூள் நிறம் கருப்பு. மெரு கூட்டப்படாத சொரசொரப்பான பீங்கான் துண்டின் மேல் கனிமத்தைக் கொண்டு ஒருகோடு வரைவதன் மூலம் அக்கனிமத்தின் தூள் நிறத்தைக் காணலாம். வெளித் தோற்றத்துக்கு ஒன்றுபோலத் தோன்றும் இரண்டு கனிமங்களைப் பிரித்து அறியத் தூள்நிறம் பயன்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, ஹேமடைட்டின் தூள்நிறம், 'செர்ரி'—சிவப்பு; மேக்னடைட்டின் தூள் நிறம் கருப்பு.

மிளிர்வு (lustre) மிளிர்வின் காரணமாகக் கனிமங்கள் இரண்டு வகைப்படும். முதல் வகையில் உலோகவய மிளிர்வுடைய கனிமங்கள் உள்ளன. பட்டுத்தெறிக்கும் ஒளியில் இவற்றின் மேற்பரப்பு உலோகங்களைப் போலக் காட்சியளிக்கும். இயல் தனிம உலோகங்களும், பெரும்பாலான சல்பைடுகளும் **உலோக மிளிர்வு** உடையன. ஆழ்ந்த உலோகவய மிளிர்வு கனிமத்தின் நிறத்தைக் கண்டு கொள்வதற்குத் தடையாகவும் இருக்கும். இந்த வகையில் (எ. கா. கிராபைட்) கனிம்பேறிய உலோகத்தைப் போலுள்ள **குறை—உலோகவய** (submetallic) மிளிர்வுடைய கனிமங்களும் சேர்ந்துள்ளன.

இரண்டாவது பெரிய வகுப்பு உலோகவயமல்லாத மிளிர்வுடைய கனிமங்களைக் கொண்டது. இதில் காணும் மிளிர்வுகளைப் பின்வருமாறு பகுத்துள்ளனர்:

வைர மிளிர்வு (adamantine): இது மற்ற எல்லாவற்றையும் விட ஒளிர்வுடையது. இது மிகச் சில ஒளிபுகும் அல்லது ஒளி கசியும் கனிமங்களுக்குத் தகை சால்பானது. (எ. கா.—வைரம், இஸ்பேலரைட்).

கண்ணாடி மிளிர்வு (vitreous): கண்ணாடியின் பரப்பை நினைவு படுத்துவது, இது, ஒளிபுகும், மற்றும், ஒளி கசியும் கனிமங்கள் பெரும்பாலானவற்றின் குணங்களில் ஒன்றாகும். (எ. கா.—படிகப் பளிங்கு, கேல்சைட், ஹேலைட்).

எண்ணெய் மிளிர்வு (greasy): கனிம மேற்பரப்பில் எண்ணெய் தோய்ந்துள்ளதுபோல் காட்சியளிக்கிறது. இது தனிம கந்தகம், நெபிலின் ஆகியவற்றின் சிறப்புக்குணமாகும்.

முத்து மிளிர்வு (pearly): இது மைகா, டால்க் ஆகியவற்றில் காணப்படுகிறது.

பட்டு மிளிர்வு (silky lustre): இது நார்வய அமைப்புடைய கனிமங்களில் காணப்படுகிறது. (எ. கா—செலினைட், அஸ்பெஸ் டாஸ்). முடிவில், மிளிர்வே இல்லாத மேற்பபரப்புடைய கனி மங்களும் உள்ளன. இவை **மண் மிளிர்வு** (earthy,dull) உடையவை.

ஒளிபுகும் தன்மை (transparency) இது கனிமத்தின் ஒளிக் கதிர்களை ஊடு செல்லவிடும் தன்மையைப் பொருத்தது. இதற்கு இசைவாகக் கீழ்க்காணும் கனிமங்களைக் கண்டயறியலாம் :

ஒளிபுகாத் தன்மையுடைய கனிமங்கள்: அதாவது, மிக மெல்லிய சீவல்களினூடேயும் ஒளியை ஊடு செல்லவிடாதவை. இவை உலோகவய மிளிர்வு உடையவை. இவை கருப்பு அல்லது கருமைவயமான தூள் நிறமுடையவை. (எ. கா.—இயல் தனி உலோகங்கள், பல சல்பைடுகள், பெர்ரிக் ஆக்சைடுகள்).

ஒளிபுகு கனிமங்கள் சாதாரண கண்ணாடியைப்போல ஒளியை ஊடு செல்லவிடுபவை. (எ. கா.—படிகப்பளிங்கு, ஐஸ்லாந்து ஸ்பார்).

ஒளி கசியும் கனிமங்கள்: தேய்த்துச் சொர சொரப்பாக்கப் பட்ட கண்ணாடியைப்போல் ஒளிகசியக் கூடியவை. (எ. கா.— சால்சிடொனி, ஜிப்சம், உவலம் (opal).

கட்டியாக இருக்கும்போது ஒளிபுகாதவாறு உள்ள கனிமங்களும் மெல்லிய விளிம்புகளின் ஓரத்தில் ஒளி கசியுமாறு உள்ளன. (எ. கா.—பெல்ஸ்பார், பல கார்பொனேட்டுகள், சிலிகான்).

முறிவு (fracture) : பலவகையான கனிமங்களை உடைத்தால் முறிந்த பகுதியில் வெவ்வேறு உருவங்களைக் காணலாம். முறிவுப் பரப்பு, அடிக்கடி, பொதுமையவயமான அலைபோன்ற மழமழப்பான குழிவுகள் அல்லது குவிவுகளைப்போல் காணப்படும். இது சங்குபோல இருப்பதால் இதற்குச் **சங்கு முறிவு** (conchoidal) என்று பெயர். சில கனிமங்களில், முறிவு தளத்தில் சிறு சிறு குச்சிகள் பொத்துக்கொண்டுள்ளதுபோல் இருக்கும். இதைச் **சுள்ளி முறிவு** (splintery) எனலாம். இது நார்வயமான, நீள் தண்டுபோன்ற அமைப்புடைய கனிமங்களில் காணப்படும். (எ. கா.—ஆம்பிபோல்). களிமண்ணை உடைத்தால் காணக்கூடிய முறிவுத் தளத்தைப்போல் தோன்றும் முறிவு உடைய கனிமங்களும் உள்ளன. (எ. கா.—கெயோலினைட்).

மற்ற கனிமங்கள் சீரற்ற பரப்புடைய முறிவுத் தளத்தை உடையன. இவை **சீரற்ற முறிவு** (uneven) உடையவை.

கனிமப்பிளவு (cleavage) : கனிமங்கள் இணையான தளங்களில் பிளக்கும் பாங்கின் காரணமாக விளைவது கனிமப்பிளவு. இக் குணம் கனிமத்தின் படிகவய அணுவெளிச்சட்ட அமைப்பைப் பொருத்தது ; இது அணுக்களுக்கு இடையே மிகவும் குறைவான ஒட்டுத்தன்மையுள்ள குறிப்பிட்ட படிகவயத் தளங்களில் வெளிப்பாடாகிறது.

கனிமப்பிளவு தளத்தின் விளக்கத்தைப் பொருத்துக் கீழ்க் காணும் வகைகளை அறியலாம் :

முனைப்பான கனிமப்பிளவு (eminent cleavage) : கனிமம் எளிதில் பளபளப்பாகவும், மழமழவென்றும் உள்ள பக்கங்களைக் கொண்ட பலகைகளாகப் பிளக்கும் (எ. கா.-மைகா (படம் 13).

சீரான கனிமப்பிளவு (perfect cleavage) : கனிமத்தைத் தட்டினால் குறிப்பிட்ட தளங்களில் எளிதில் உடைகிறது. (எ. கா.—கேல்சைட், ஹேலைட்).

நடுத்தரக் கனிமப்பிளவு (medium cleavage) : கனிமத்தைத் தட்டினால், அடிக்கடி, பிளவுத் தளங்கள் உண்டாவதுடன் சீரற்ற முறிவுகளும் அதே அளவுக்கு உண்டாகின்றன. (எ. கா.—பெல்ஸ்பார்).



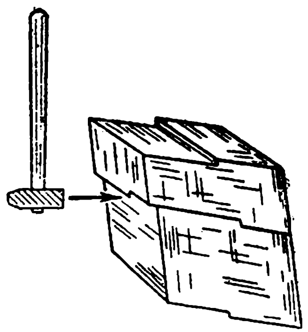
படம் 13. மைகா, ஒரு திசையில் மேம்பாடான கனிமப்பிளவு.

சிரற்ற பிளவு (imperfect cleavage):—சீரற்ற முறிவு தளத்தின் பின்னணியில் சிறுசிறு பட்டைப் பரப்புகள் காணப்படும். (facets) (எ. கா.—அபடைட், இயல் தனிம கந்தகம்).

மிகச்சிரற்ற கனிமப்பிளவு: பிளவே இல்லை. முறிவுமட்டும் தான் உள்ளது. முறிவுப்பக்கத்தில் தட்டையான பரப்புகளையே காணமுடியாது. (எ. கா.—குவார்ட்ஸ்).

பிளவுத்தன்மையை அளப்பதுடன், இவை எந்தெந்தப்பிளவுத் தளங்களில் ஏற்படுகின்றன என்பதைய்ும் குறிக்கவேண்டும். மைகா

போன்ற சில கனிமங்கள் ஒரு தளத்தில் மட்டுமே பிளக்கின்றன. மற்ற கனிமங்கள் இரண்டு தளங்களில் பிளக்கின்றன, பிளவின் தரம் (degree) மாறுபடக்கூடும். எடுத்துக்காட்டாக வெல்ஸ்பாரில் ஒரு தளத்தில் சீரானபிளவும் மற்ற தளத்தில் நடுத்தரப்பிளவும் உள்ளன. சில கனிமங்கள் மூன்று தள முறிவுகளை உடையன. (எ. கா. — ஹேலைட், கேல்சைட். (படம் 14).



படம் 14. கேல்சைட். சாய் சதுரத்தில் மூன்று திசைகளில் சீரான கனிமப்பிளவு.

படிக முகங்கள் பிளவுத் தளங்களெனத் தவருக எடுத்துக் கொள்ளப்படக் கூடும்; இவற்றைப் பிரித்தறிவதற்கு, படிக முகங்களில் உள்ள மிளிர்வைவிடப் படிகப்பிளவுகளில் அதிக மிளிர்வு உண்டு என்பதை ஒரு விதிபோல் நினைவில் கொள்ள வேண்டும்.

கடினத்தன்மை (Hardness) :—கனிமங்களைக் கண்டுகொள்ளப் பயன்படும் ஒரு முக்கிய குணம் கடினத்தன்மை; இது பௌதிக முறைப்படி கீறுவதை எதிர்க்கும் குணம்.

கடினத்தன்மையை ஒரு குறிப்பிட்ட தர அளவோடு (standard) ஒப்பிடவேண்டி 10 கனிமங்களைத் தேர்ந்தெடுத்து அவற்றைக் கடினத்தன்மையைப் பொருத்து வரிசைப்படுத்தி ஒரு பட்டியலை அமைத்துள்ளனர்.

அட்டவணை—2

கடினத்தன்மை வரிசை

கனிமம்	கடினத்தன்மை	கனிமம்	கடினத்தன்மை
டால்க்	1	ஆர்த்தோகிலேஸ்	6
ஜிப்சம்	2	குவார்ட்ஸ்	7
கேல்சைட்	3	டோபாஸ்	8
புளோரைட்	4	குருவிந்தம்	9
அபடைட்	5	வைரம்	10

கடினத்தன்மை வரிசையில் (அலகு) உள்ள ஒவ்வொரு கனிமமும் அதற்குமேல் உள்ள கனிமத்தைத் கீறும்; அதற்குக் கீழுள்ள கனிமத்தால் கீறப்படும்.

ஒரு கனிமத்தின் கடினத்தன்மையைத் தீர்மானிக்க அதன் மேல் ஒரு சமமான பட்டைப் பரப்பைத் தேர்ந்தெடுத்து, அதன் மேல் கடினத்தன்மை அலகு வரிசையிலுள்ள ஒரு கனிமத்தின் கூரிய முனையால் கீறவேண்டும். ஒரு கீறல் ஏற்பட்டால் அதன் கடினத்தன்மை நாம் எடுத்துக்கொண்ட அலகுக் கனிமத்தின் கடினத்தன்மையைவிடக் குறைவானது : கீறல் ஏற்படாவிட்டால் கனிமம் அலகுக் கனிமத்தைவிடக் கடினமானது. நம் கனிமத்தின் கடினத்தன்மை அலகு வரிசையின் இரண்டு கனிமங்களின் கடினத் தன்மைக்கு இடையே உள்ளதாகவோ அல்லது ஒன்றுக்கு நிகராக உள்ளதாகவோ தெரிந்துகொள்ளும் வரை இந்தப் பரிசோதனை யைச் செய்ய வேண்டும்.

நுண் மணியளவுடைய (fine grained) கனிமத்தின் கடினத் தன்மையை அளக்கும்போது எடுத்துக்கொண்ட கனிமத்தின் ஒரு மணியால் அலகு வரிசைக் கனிமத்தைக் கீறிப்பார்ப்பது நல்லது.

எளிதில் கைக்குக் கிடைக்கக் கூடிய பல பொருள்களின் உதவி யாலும் கனிமத்தின் கடினத்தன்மையை நிர்ணயிக்கலாம்: எடுத் துக்காட்டாக, ஒரு மென்மையான பென்-சிலின் ஊக்கின் கடினத் தன்மை 1; ஹேலைட் அல்லது உப்பின் கடினத்தன்மை 2; கைவிரல் நகத்தின் கடினத்தன்மை 2. 5-3; இரும்பு ஆணி அல்லது கம்பியின் கடினத்தன்மை 4; கண்ணாடி 5; எஃகு பிளேட் (Blade) சுமார் 6; குவார்ட்ஸ் போன்ற பல கனிமங்களின் கடினத்தன்மை 7. இதை விட அதிகக் கடினத்தன்மை உடைய கனிமங்கள் மிகவும் அரியவை.

அடர்வெண் (Specific Gravity): ஆய்வுக் கூடங்களில் மட்டுமே அடர்வு எண்ணைத் தீர்மானிக்க முடியும். சுமார் 2. 5 அடர்வெண் உடைய கனிமங்களை இலேசான கனிமங்கள் எனலாம்; 3. 5 முதல் 4 வரை அடர்வெண் உடைய கனிமங்கள் நடுத்தர கனமுடை யவை: 4.5க்கும் மேலான அடர்வெண் உடையவை கனமானவை. கனிமங்களைத் தெரிந்து கொள்வதற்கு அடர்வெண் தேவைப்படும். ஆகவே, கையில் எடுத்த உடனேயே அவை மேற்கண்ட வகைகளில் எவ்வகையைச் சேர்ந்தவையாக இருக்கக் கூடும் என்பதை உணர்ந்து கொள்ளும் ஆற்றல்பெற்றிருப்பது நல்லது. இந்த முறையில் கூட அதிகப் பழக்கம் இருக்கையில் போதிய அளவு துல்லியமாகவே அடர்வெண்ணைத் தெரிந்து கொள்ளலாம்.

ஒரு கனிமத்தைப்பற்றி ஆய்வு நடத்தும்போது மேற்கண்ட பௌதிகக் குணங்கள் அனைத்தையும் கவனிக்க வேண்டும்; ஏனெனில், இக்குணங்களைத் தீர்மானித்த பிறகே கனிமத்தைச் சரியாகத் தெரிந்துகொள்ள முடியும்.

சில கனிமங்கள் மற்ற எந்தக் கனிமத்திலும் காணப்படாத குணங்களை உடையன. எடுத்துக்காட்டாக, கார்-பொனேட்டுகள் ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்தில் எளிதில் கரைகின்றன; கரையும்போது கார்பானிக் அமிலவாயுக் குமிழ்கள் பொங்கி வெளி வருவதைக் காணலாம். இரட்டைக் கோட்டம் என்பது (double refraction) தூய்மையான கேல்சைட்டின் (Iceland spar படம் 15) தனிக்குணம். மேக்னடைட் எனப்படும் கனிமம் காந்தத்தால் இழுக்கப்படுகிறது; அருகே கொண்டுபோனால் காந்தமுள்ளை ஆடச்செய்கிறது. ஹேலொஜன் கனிமங்கள் (ஹேலைட்) நீரில் எளிதில் கரைகின்றன; தனிப்பட்ட சுவையை உடையன.

கனிமங்களை வகைப்படுத்தல்

தற்போதைக்குச் சுமார் 3000 கனிம வகைகள் உள்ளதெனக் கருதுகிறார்கள்; ஆனால், சுமார் 50 கனிமங்களே புவிப்பொருக்கில் பரவலாகக் காணப்படுகின்றன. மற்றவை அரிதாக உள்ளன.



படம் 15. ஐஸ்லாண்டு ஸ்பாரில் இரட்டைக் கோட்டம்.

ஃபெல்ஸ்பார்களே கல்மண்டலத்தில் மிகப் பரவலாகக் காணப்படும் கனிமங்கள்; இவை 60 சதவீதம்வரை உள்ளன: இதற்கடுத்தபடி குவார்ட்ஸ்—12.6சதவீதம்; மைகா—3.6 சதவீதம், அயவய மெக்னீசியாசிலிகேட்—16.8 சதவீதம்; கேல்சைட்—1.5 சதவீதம்; டோலமைட்—0.1 சதவீதம்; பலவித களிவயக் கனிமங்கள்—சுமார் 1 சதவீதம். மற்ற எல்லாக் கனிமங்களும் ஒன்றுகக் சேர்ந்து மொத்தத்தில் 6 சதவீதம்தான் உள்ளன. சாதாரண பாறைகளின் முக்கியமான ஆக்கக் கூறுகளான (Constituents) கனிமங்களைப் பாறை ஆக்கு கனிமங்கள் என்பர்.

வேதியியல் கூட்டமைவு, படிகவய நுண் இழைமை அமைதி (texture) ஆகியவற்றைப் பொருத்துத் தெரிந்துள்ள எல்லாக் கனிமங்களும் பல பிரிவுகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. அவற்றில் முக்கியமானவை :

1. இயல் தனிமங்கள் (Native elements)
2. சல்பைடுகள் (Sulphides)
3. ஹேலைடுகள் (Halides)
4. ஆக்சைடுகளும், ஹைட்ராக்சைடுகளும் (Oxides & Hydroxides)
5. கார்பொனேட்டுகள் (Carbonates)
6. சல்பேட்டுகள் (Sulphates)
7. பாஸ்பேட்டுகள் (Phosphates)
8. சிலிகேட்டுகள் (Silicates)

முக்கிய பாறை ஆக்குக் கனிமங்கள், மற்றும் இன்றியமையாத (essential) கனிமங்கள் ஆகியவற்றின் குணங்களைக் கீழே விரித்துரைப்போம்.

இயல் தனிமங்கள் : இயல் தனிமங்கள் (Native elements) இயற்கையில் அரிதாகக் காணப்படுபவை ; இவை பாறை ஆக்கிகளல்ல. இயல் தனிமங்களின் ஆக்கம் மேக்மாக்கள் இறுகுவதோடும், இரண்டாந்தர (secondary) வேதியியல் கிளர்வுகளோடும், மற்றும் உயர்ந்த வெப்பத்திலும் அழுத்தத்திலும் நிகழும் கிளர்வுகளோடும் சம்பந்தப்பட்டுள்ளதாகக் கருதலாம்.

கிராபைட் (c) : அறுகோணத் தொகுதியைச் சேர்ந்த் சிறுசிறு தட்டையான (tabular) படிக உருவில் அரிதாகக் காணப்படும்.

இது சாதாரணமாக கெட்டியான அல்லது செதிள்வயமான திண்மமாகக் கிடைக்கிறது. இதன்நிறம் எஃகுக் கருப்பு முதல் கருப்பு. தூள்நிறம் பளபளப்பான கருப்பு அல்லது கருஞ்சாம்பல். மிளிர்வு குறை உலோகவயமானது ; கனிமப்பிளவு ஒரு தளத்தில் சீராக உள்ளது ; துணுக்குகள் தடிப்பானவை ; எளிதில் நொறுங்கக்கூடியவை. மெல்லிய தட்டைத் துண்டுகளாக இருக்கும்போது வளையும் தன்மை பெற்றுள்ளது. கடின எண்—1. அடர்வெண் 2.09—2.23. இது தொடுவதற்கு வழுவழுப்பாக உள்ளது ; கைகளைக் கறை படுத்துகிறது. காகிதத்தில் தேய்த்தால் கோடு வரையக் கூடியது.

கிராபைட் தழலியல் (magma-tic) மற்றும் பாறைமாற்ற முறைகளால் உண்டாகிறது. இது முக்கியமாகப் பென்சில்கள் தயாரிக்கவும் அனல் பொறுக்கும் (fire-proof crockery) ஏனங்களைச் செய்யவும், எண்ணெய்களைப் பயன்படுத்த முடியாத மிகு வெப்ப நிலைகளில் உயாவியாகவும் (lubricant) பயன்படுகிறது.

வைரம் (c). சுத்தகரியின் படிகவய வகையாகும். இது மிகவும் ஒளிபுகும் தன்மை பெற்றது. மிகவும் கடினமானது (கடின எண் 10). இது பிரகாசமான மிளிர்வு உடையது. இது மிகவும் அரியது. இது பொறியியல் துறையில் அரப்புப் பொருளாகப் (abrasive) பயன்படுகிறது. அணிகலன்கள் செய்யவும் பயன்படுகிறது. சோவியத் யூனியனில் யாகுட் (Yakut) குடியரசில் வைரப் படிவுகள் உள்ளன.

கந்தகம் (S) : செவ்வகத் தொகுதியைச் சேர்ந்த (orthorhombic) படிகங்களாக அவ்வப்போது கிடைக்கிறது. படிகங்கள் நல்லமுறையில் முகங்களைப் பெற்றுள்ளன. இவை கொப்பரைப் பொருக்குகளாகவும் (druses) ஊற்றுப் படிவுகளாகவும் (sinter form), அதிகமாக மண்போன்ற மஞ்சள் நிறத் திண்மமாகவும் கிடைக்கிறது. இது பல மஞ்சள் வண்ணச் சாயல்களையும் பசிய-பழுப்பு நிறத்தையும் பெற்றுள்ளது. பிளவுத் தளத்தில் இது எண்ணெய் மிளிர்வு உடையது. மண் மிளிர்வும் உடையது. கந்தகம் ஒளிகசியும் தன்மை பெற்றது. கனிமப் பிளவு சீரற்றது. முறிவு சங்கு போன்றது. அல்லது மண்போன்றது. கடின எண் 1—2. அடர்வெண் 2.05—2.08. கந்தகம் உராய்வினால் மின்திறன் பெறுகிறது ; இது நீலநிற அழல்கொண்டு எரியக் கூடியது. எரியும்போது முடை நாற்றமுடைய கந்தக வாயுவை வெளிவிடுகிறது.

இயல் தனிம கந்தகம், சல்பேட்டும், கந்தக வயக்கனிமங்களும், நசியும்போது எரிமலே வாய்களிலிருந்து வெளிவரும் வாயுக்கள் பதங்கமாவதாலும் (sublimation) உண்டாகிறது. எரிமலே இயக்கமுள்ள சில இடங்களில் கந்தகப்படிவுகள் உள்ளன. எடுத்துக் காட்டாக, இத்தாலியில் கந்தகம் பெருமளவில் உள்ளது; அங்கு இது வெஸுவியஸ் எட்ஞ எரிமலேத் தொகுதிகளின் ஓர் விளைவாக உள்ளது. சோவியத் ரஷ்யாவில் மத்திய ஆசியாவிலும், வோல்கா பகுதியிலும் படிவியல் வகை கந்தகப் படிவுகள் உள்ளன.

தங்கம் (Au) : அரியதோர் உலோகம். இது துகள்களாகவும், படிகங்களாகவும், படலங்களாகவும் (lamellae), நகதிகளாகவும் (nuggets) கிடைக்கிறது. இது கனசதுரத் தொகுதியில் படிகமாகிறது. இதன் நிறம் மஞ்சள். இதன் அடர்வெண் உயர்ந்தது. (15.6—19.3). இது கம்பியாகும் தன்மையை மிகுதியாக உடையது. கடின எண் 2.5—3.0.

தங்கம் பாறைகளிலும், ஆறுகளிலும், கடலிலும், உயிர்மங்களின் குருதியிலும் இழைமத்திலும் (tissue) சிதறிய நிலேயில் பரவியுள்ளது. இயற்கையில் முக்கியமாக இயல் தனிமத் தங்கத்தையே காண்கிறேம். தாதுக் கனிமக்குலவுகளில் (orebody), உட்பட்ட (indusim) முதன்மைக் கனிமப் படிவுகளாகவும், கட்டவிழ்ந்து மீண்டும் படிவுற்ற முதன்மைப் பாறைக் கனிமத்தின் கொழிபடிவுகளாயும் (placers) 'உள்ளன. தாதுக்களின் கொழிபடிவுகளிலும் தங்கம் சிறு துகள்களாயுள்ளது ; அவ்வப்போது பல கிலோகிராம் எடையுடைய நகதிகளாகவும் (nuggets) உள்ளது. இயல் தனிமத் தங்கம் பல உருவங்களில் காணப்படுகிறது : தகடுகள், துகள்கள், குச்சிகள், நகதிகள். இயல்பொன் துகள்களின் மேற்பரப்பு அவ்வப்போது மற்ற பொருள்களின் மெல்லிய படலங்களால் மூடப்பட்டிருக்கும். எ. கா. நீர்வய இரும்பு ஆக்சைடு.

பிளேட்டினம் (Pt) : இது தங்கத்தைப்போல் ஓர் அரிய உலோகம். இது இயல் தனிம நிலேயில் முக்கியமாக பல அளவுகளேயுடைய மணித்துகள்களாவும் (grains), இணுக்குகளாகவும் (flakes) கிடைக்கிறது. பெரிய நகதிகளாகக் கிடைப்பதில்லே. இது எஃகுச் சாம்பல் நிறமுடையது. கடின எண் 4-5. அடர்வெண் 14-19. தங்கத்தைப்போல் இதுவும் முதன்மைப் படிவுகளிலிருந்தும், கொழிப்படிவுகளிலிருந்தும் கிடைக்கிறது.

பிளேட்டினத்தை உருக்க முடியாது. இது வேதியியல் நிலேப்பு (stable) உடையது ; மின் கடத்து திறன் உடையது. ஆகவே

இது வேதியியல் மின்னியல் தொழிற்துறைகளில் பெரிதும் பயன்படு கிறது. மிகப்பெரிய பிளேட்டினப் படிவுகள் சோவியத் ரஷ்யா விலும் (யூரல் மலைகள்), கனடாவிலும், தென் ஆப்பிரிக்காவிலும், கொலம்பியாவிலும் உள்ளன.

சல்பைடுகள்

சிலிக்கேட்டுகளுக்கு அடுத்தபடியாக இந்த வகுப்பில்தான் அதிக கனிமங்கள் (சுமார் 250) உள்ளன. இயல் தனிமங்களைப் போலவே சல்பைடு கனிமங்களும் புவிப்பொருக்கில் குறைந்த அளவில்தான் உள்ளன. இவை பாறைகளை ஆக்குவதில்லை. ஆனால், இவற்றில் சில மிகவும் செயல்முறை முக்கியத்துவம் வாய்ந் தவை. இவற்றின் வேதியியல் கூட்டமைவு எளியது; விதம்விதமான தனிமங்கள் கந்தகத்துடன் கூடியுள்ளன. சல்பைடுகள் முக்கிய மாக வெப்ப நீர்க் கரைசல்களிலிருந்து வீழ்படிவுகளாகப் படி கின்றன. இதைத் தவிர மேக்மா (பாறைக் குழம்பு) இறுகு வதாலும், குளிர்ந்த கரைசல்கள் சம்பந்தப்பட்ட படிவுகளாகவும் சிறிதளவு உண்டாகின்றன. இந்த வகுப்பைச் சேர்ந்த பெரும் பகுதி கனிமங்கள் உலோகவய மிளிர்வு உடையன; ஒப்பிடுகையில் தாழ்ந்த கடினத்தன்மை பெற்றுள்ளன; உயர்ந்த அடர்வெண் உடையன.

பைரைட் (FeS_2) இந்த வகையில் மிகப் பரவலாக உள்ள கனிமங்களில் ஒன்றாகும். இது கனசதுரத் தொகுதியைச் சார்ந்த படிகங்களாகக் கிடைக்கும். படிக முகங்களில் இணைகோடுகள் போன்ற வரிப்பள்ளங்களைக்கொண்ட நல்ல கனசதுரங்களாக அடிக்கடி கிடைக்கிறது. மணிவயமாகவும், கெட்டியான கொத்து களாகவும், மையம் விரிவு அமைப்புடைய வட்டமான கணுத் திரள்களாகவும் (concretions) கூடக் கிடைப்பதுண்டு. இது வெளிர்-, அல்லது பொன்-மஞ்சள் நிறமுடையது. இதன் தூள் நிறம் கருப்பு அல்லது பச்சை-கருப்பு. இது பிரகாசமான உலோக மிளிர்வு உடையது; இதனால் சிலபோது இதன் வண்ணத்தைச் சரியாகத் தெரிந்துகொள்ள முடிவதில்லை. பைரைட் ஒளிபுகாத் தன்மையுடையது. கனிமப்பிளவு சீரற்றது. முறிவு சீரற்றது அல்லது சங்கு போன்றது. கொவ்வைகளாக உள்ளபோது, முறிவு மணிவயமானது (granulas). கடின எண் 6-6.5; அடர்வெண் 4.9—5-2.

சில பைரைட் படிவுகள் பெரிய அளவில் உள்ளன; இவற்றைக் கந்தக அமிலம் (sulphuric acid) தயாரிக்க வெட்டி எடுக்கிறார்கள்.

சால்கோபைரைட் ($CuFeS_2$ cholcopyrite): இது நாற் கோணத்தொகுதியில் படிகமாகிறது. இது அடிக்கடி கெட்டியான திண்மங்களாகக் கிடைக்கிறது. படிகங்கள் அரிதானவை (rare) இதன் நிறம், பைரைட்டுக்கு மாறுக, சற்று மங்கலான பித்தளை மஞ்சள்; கடின எண் 3—4; அடர்வெண் 4.1—4.3. இது பரவலாகக் கிடைக்கும் செப்புத்தாது.

கலீனு (Pb S, Galena): இது கனசதுரத் தொகுதியில் படிகமாகிறது. இது துகள்மணி உருவில் கிடைக்கிறது. கெட்டியான திண்மங்களாயும் அவ்வப்போது கிடைக்கிறது. படிகங்கள் சாதாரணமாக கனசதுர உருவம் கொண்டுள்ளன. எப்போதாவது எண்முக வடிவிலும் (octahedrons) உள்ளன. இதன் நிறம் ஈய-சாம்பல். இதன்-துகள் பளபளப்பான சாம்பல்-கருப்பு. இது ஒளி புகாத்தன்மையது. இதன் மிளிர்வு உலோவயமானது. இதில் கனசதுரத்தின் மூன்று முகங்களுக்கும் இணையான மூன்று திசைகளில் சீரான கனிமப்பிளவுகள் உண்டாகின்றன. கடின எண் 2—3; அடர்வெண் 7.4—7.6.

கலீனு முக்கியமான ஈயத்தாது

ஸ்பேலரைட் (ZnS sphalerite): இது கனசதுரத்தொகுதியில் படிகமாகிறது. இது சன்னமான மணித்திரள்களாகவோ கருசூழ் கனுக்கல் திண்மங்களாகவோ முறையான நான்முக வடிவங்களாகவோ (tetrahedral) கிடைக்கிறது. இதில் கனிமப்பிளவு முனைப்பாக உள்ளது. நிறம் பழுப்பு, மஞ்சள், சிவப்பு எனப்பல வாறுக உள்ளது. தூள் நிறம் மஞ்சள் அல்லது பழுப்பு. மிளிர்வு உலோகவயமானது, பளபளப்பானது; கடின எண் 3-4; அடர்வெண் 3.5—4.2. ஸ்பேலரைட் முக்கியமான துத்தநாகத் தாது.

ஹேலைடுகள் (Halides)

இந்த வகுப்பு நீர் வயக்கரைசல்களிலிருந்து வீழ்படிவாக உண்டாகும் ஹேலாய்டு (Helaid) அமிலங்களின் உப்புக்களைச் சேர்ந்த பல கனிமங்களை உள்ளடக்கியவாறு உள்ளது. இவ் வகுப்பைச் சேர்ந்த ஒரு சில கனிமங்களே, முக்கியமாக, குளோரைடுகளே பாறை ஆக்கிகளாக உள்ளன.

ஹேலைட் (NaCl, Halite): இது கனசதுரத் தொகுதியில் படிகமாகிறது. இந்த வகுப்பில் இதுவே மிகப் பரவலாகக் காணப்படுகிறது. இது சாதாரணமாகப் படிகவயக் கொத்துகளாக உள்ளது; எப்போதாவதுதான் முழு கனசதுரப் படிகங்களாக உள்ளது.

சுத்தமான ஹேலைட் வெண்ணிறமானது அல்லது நிறமற்றது. வெவ்வேறு வண்ணங்களைக்கொண்ட ஹேலைட் வகைகள் (சிவப்பு, மஞ்சள், நீலம், சாம்பல்) அடிக்கடி கிடைப்பதுண்டு ; வண்ணம் மாசுகளால் உண்டாகிறது. மிளிர்வு கண்ணாடி போன்றது. இது ஒளிபுகு தன்மை உடையது அல்லது ஒளிகசியும் தன்மையுடையது. இதில் மூன்று சீரான பிளவுத்தளங்கள் உள்ளன ; இவை கனசதுரத்தின் மூன்று தளங்களுக்கும் இணையாக உள்ளன. கடின எண் 2. அடர்வெண் 2.1—2.2. நீரில் விரைந்து கரைகிறது. தகைசால்பான உவர்ப்புச் சுவையுடையது. ஹேலைட்டின் படிவுப்படலங்களும், கூடுகளும் (nests) மற்ற படிவுப்பாறைகளுக்கு இடையே படிந்துள்ளன. கடல் நீரில் 3% ஹேலைட் கரைந்துள்ள நிலையில் உள்ளது. சிலபோது, இது உப்பு ஏரிகள், விரிகுடாக்கள் ஆகியவற்றின் அடியில் தங்குகிறது; இங்கு இதை சூரிய உப்பு (solar salt) என்பர். நிலநீர் அடிக்கடி ஹேலைட்டினுல் அடர்த்தியாக்கப்படுகிறது. எப்போதாவது இதனுல் உவர் நீர் ஊற்றுகள் உண்டாகின்றன. இந்த ஊற்றுகளின் நீர்கள் ஆவியாவதாலும் உறைவதாலும் உப்புகளைப் பயக்கின்றன.

ஹேலைட் வீடுகளில் சமையலுக்காகவும் ஆய்வகங்களில் வேதியமாகவும் பயன்படுகிறது. பெயர்பெற்ற கல்லுப்புப் (Rock salt) படிவுகள் யுரால்ஸ், டோனெட்ஸ் பேசின், இல்லெட்ஸ்கயா ஜாஷ்சிட்டாவுக்கு (Iletskaya Zashchita) அருகில், தாமிர் தீபகற்பம் ஆகிய இடங்களில் உள்ளன. சூரிய உப்பு எல்டன், பாஸ்குஞ்சக் ஆகிய ஏரிகளிலிருந்து கிடைக்கிறது. உப்பு ஊற்றுகள் ஸ்லாவ்யானோ பாக்முட் மாவட்டத்தில் (Slavyano Bakhmut district) பாலாக்னு (Balŏkhna), உசோல்பே (usolye) மற்றும் பல இடங்களில் உள்ளன.

சில்வைட் (KCl, Sylvite) இது ஹேலைட் உண்டாவது போலவே உண்டாகிறது; ஆனுல், இது சற்று அரிதாக உள்ளது. இது சிலபோது ஹேலைட்டுடன் கலந்து வளர்ந்தாற்போலுள்ளது. இதன் பௌதிகக் குணங்களும் ஹேலைட்டைப்போலவே உள்ளன. இதன் தகைசால்பான குணம் எரிக்கும் உப்புச்சுவை, பிரகாசமான சிவப்பு அல்லது ஆழ்-நீலநிறம்.

ஃபுளோரைட் (CaF_2, Fluorite) : இது கனசதுரத் தொகுதியில் படிகமாகிறது; மணித்துகள் கொத்துகளாகப் படிகிறது. தனித்தனியான நல்லமுறையில் அமைந்த கனசதுர வடிவில் அதிகமாயும் எண்முக வடிவில் அவ்வப்போதும் படிகமாகிறது.

இது பல நிறங்களில் காணப்படுகிறது: நிறமற்றும், மஞ்சள், பச்சை, நீலம், ஊதா, இளஞ்சிவப்பு. தனி ஒரு படிகமே அடிக்கடி பல நிறங்களைக் கொண்டுள்ளது. இக் கனிமம் கண்ணுடி மிளிர்வு உடையது; ஒளிகசியும் தன்மைவாய்ந்தது; தூயபடிகங்கள் ஒளி புகும் தன்மையுடையவை. (ஒளியியல் புளோரைட்). கனிமப் பிளவு, எண்முக வடிவின் முகங்களுக்கு இணையாக நான்கு தளங்களில் சீராக உள்ளது. புளோரைட்டை இருட்டில் வைத்துச் சூடாக்கினுல் கிளர்-ஒளிர்வு (fluorescence) பெருகிறது. கடின எண் 4; அடர்வெண் 3.1—3.2. கந்தக அமிலத்தில் இக் கனிமம் கரைகிறது; கரையும்போது புளோரிக் அமிலம் (HF) வெளிவிடப் படுகிறது; இது கண்ணுடியை எளிதில் கரைக்கிறது.

புளோரைட் முக்கியமாக வெந்நீர்க் கரைசல்களிலிருந்து உண்டாகிறது; அவ்வப்போது தண்ணீரிலிருந்து படியும் வண்டலிலும் காணப்படுகிறது. இது உலோக இயலில் (mettallurgy) முக்கியமானது.

ஆக்சைடுகளும், ஹைட்ராக்சைடுகளும்

இந்த வகுப்பிலுள்ள கனிமங்கள் ஆக்சிஜனுடனும் O-H ஹைட்ராக்ஸில் வகுப்புடனும் பல தனிமங்கள் சேர்வதால் உண்டாகும் கூட்டமைவுகளே. இது மிகவும் அதிகமான எண்ணிக்கைகளில் கனிமங்களைப் பெற்றுள்ள வகுப்பாகும். கல்மண்டலத்தின் எடையில் 17 சதவீதம் இதனல் ஏற்பட்டுள்ளது.

குவார்ட்ஸ் ($Si\ O_2$, Quartz) புவிப்பொருக்கிலுள்ள மிகவும் சாதாரணமான (most common) கனிமங்களில் ஒன்று. இது புவியின் உள்ளும் மேற்பொருக்கிலும் உள்ள பாறைகளின் முக்கிய ஆக்கக் கூறுகும்; அதாவது இக்கனிமம் தழலியல், படிவு இயல், மாற்றியல் (magnatic, sedimentory, metamorphic) பாறைகளின் ஆக்கத்தில் பங்கு கொள்கிறது. இது மணித்துகள்வயக் கொத்துகளாகவும். சீரற்ற துகள் மணிகளாகவும் உள்ளன; அவ்வப்போது இது தரைகளிலும் (veins) கனிமப் பொந்துகளிலும் (vugs) நல்ல முறையில் வளர்ந்துள்ள படிகங்களாகவும், படிகக் கொத்துகளாகவும் அமைந்துள்ளது. குவார்ட்ஸ் படிகங்கள் அறுகோண வயப்பட்டகங்களின் ஒரு முனையிலோ இருமுனையிலுமோ சாய்சதுர வடிவுகள் (rhom bohedron) உள்ளவாறு உருவத்தைப்பெற்றுள்ளன. பட்டக முகங்களில் அடிக்கடி சால்வாரிகள் குறுக்காக அமைந்துள்ளன. ஒளிபுகும் குவார்ட்ஸ் படிகங்கள் படிகப்பளிங்குகள் (rock crystals) எனப்படும். குவார்ட்ஸ் தூயதாக இருக்கும்

போது, நிறமற்றதாகவோ வெள்ளையாகவோ இருந்தாலும் இது அடிக்கடி வண்ணமுடையதாகக் காணப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, சாம்பல் நிறமுடைய புகைப்பளிங்கும் (smoky guortz) ஊதா நிறமுடைய சுகந்திக்கல்லும் (amethyst) உள்ளன. கருப்பு குவார்ட்சுக்கு மோரியன் (morion) என்று பெயர். படிகத்தின் முகங்கள் கண்ணாடி மிளிர்வு உடையன; முறிவுப்பக்கங்கள் எண்ணெய் மிளிர்வு உடையன. குவார்ட்சின் கனிமப்பிளவு மிகவும் சீரற்றதாய் உள்ளது. முறிவு சங்குபோன்றது அல்லது சீரற்றது. குவார்ட்சின் கடின எண் 7; அடர்வெண் 2.5—2.8. இது ஹைட்ரோ புளோரிக் அமிலத்தில் மட்டும் கரைகிறது.

இது மேக்மா (பாறைக் குழம்பு) குளிர்ந்து இறுகும்போது உண்டாகிறது; வெப்பநீரில் இருந்தும் பிரிந்து படிகிறது; பாறைகளின் மாற்றியல் ஆக்கத்தின்போதும் உண்டாகிறது, உயர் வெப்ப குவார்ட்ஸ் அறுகோணத் தொகுதியில் படிகமாகிறது; தாழ்வெப்ப குவார்ட்ஸ் முக்கோணத் தொகுதியில் படிகமாகிறது. துவக்கப்படிக நிலையில் (crypto crystalline) உள்ள ஒரு குவார்ட்ஸ் வகை (சால்சிடொனி, cholcedony) புவி மேற்பரப்புக்கருகே உண்டாகிறது; சிலிகா 'ஜெல்' (gel) படிகமாகும்போது அது வேதிய நீரை இழக்கும்போதும் உண்டாகிறது.

சால்சிடொனி (cholcedony-Si O_2) : துவக்கப்படிக நிலையிலுள்ள ஒரு குவார்ட்ஸ் வகை. இது கெட்டியான திண்மங்களாகவும், ஊற்றுப்படிவுகளாகவும், குமிழ்க் குவைகளாகவும் கிடைக்கிறது. களிமண் துகள்கள் போன்ற மாசுகளை உடைய சால்சிடொனியைச் சிலிகான் (silicon) என்பர். இது பல நிறங்களை உடையது. சாம்பல் நிறம் அதிகமாக உள்ளது; பழுப்பு, கிட்டத்தட்ட வெள்ளை, மஞ்சள், ஆழ்சிவப்பு ஆகிய நிறங்களிலும் உள்ளன; கருப்பு நிற சிலிகான் கூட உள்ளது. பொதுமையத்தைச் சூழ்ந்தவாறு நல்ல நிறங்களைப் பெற்றுள்ள சால்ஸிடொனியை அகேட் (வரிப்பளிங்கு-Agate) என்பர். இது மங்கலான எண்ணெய் மிளிர்வு உடையது; ஓரங்களில் ஒளிகசியும் தன்மை பெற்றது. சங்கு முறிவு உடையது. கடின எண் 6-7. அடர்வெண் 2.4-2.5.

உபலம் (SiO_2. nH_2O. Opal) அபடிகவயக் கனிமம். இது 1-5 சதவீதம் நீர்ச்சத்து உடையது; சிலபோது இந்த அளவு 34சதவீதம் இருப்பதும் உண்டு. சாதாரணமாக, இது கெட்டியான ஊற்றுப் படிவுத்திண்மங்களாகக் கிடைக்கிறது. இதற்கு நிறம் இல்லை; மாசுகள் சேர்ந்தே நிறத்தைக் கொடுக்கின்றன. அரிய (precious) உபலம் பால் வெள்ளை நிறமுடையது; இதில் காணப்

படும் நிற அணி (play of colours) சிறப்பானது. உபலம் குறை-ஒளிபுகுதன்மை பெற்றது. அல்லது ஓரங்களில் ஒளிகசியும் தன்மை பெற்றது. இது மங்கலான கண்ணுடி மிளிர்வு அல்லது எண்ணெய் மிளிர்வு கொண்டது. இக்கனிமத்தின் முறிவு சங்கு போன்றது. கடின எண் 5—5.5. சிலபோது 6-அடர்வெண் 2.2—2.5.

உபலம் புவிப்பொருக்கில், முக்கியமாக, சிலிகேட்டுகள் நசிவதன் விளைவாக உண்டாகிறது; நீர் தங்கும் ''பேசின்''களில் (basin) இருந்தும் வீழ்படிவாக உண்டாகிறது. சில தாழ்வகைத் தாவரங்களும், புரோடோஹோவன்களும் உபல எலும்புக்கூட்டை உடையன. வெந்நீர்களில் இருந்தும் உபலம் பிரிந்து திரள்வதாகத் தெரிகிறது.

குவார்ட்ஸ் ஒளியியலிலும், உலோகவியலிலும், கண்ணுடித் தொழிற்துறையிலும் பயன்படுகிறது. குவார்ட்ஸ், சால்ஸிடொனி, உபலம் ஆகியவை கலைப்பொருள்கள் செய்யவும் பயன்படுகின்றன.

ஹேமடைட் (Fe_2O_3, Hematite). இது முக்கோணத் தொகுதியில் படிகமாகிறது. இது சாதாரணமாகக் கெட்டியான நுண் படிகவய செதிள்துகள்வய அல்லது படலவய அடைகளாகவும் (ironglance, specular Iron), மையம் விரிவமைப்புடைய அல்லது உட்குழிவான கணுக்கற்களாகவும் நுண்படிகவயத் திரள்களாகவும் காணப்படுகிறது. பின்னையதைச் சிவப்பு இரும்புத்தாது என்பர். அவ்வப்போது ஹேமடைட் படல உருவத்திலும், சாய்சதுரப்படிக உருவத்திலும் காணப்படுகிறது. படிகவய ஹேமடைட் அயக் கருப்பு நிறமுடையது; அடர்ந்த நுண்படிகக் கட்டியாக இருக்கும் போது சிவப்பு நிறமுடையது. இதன் தூள்நிறம் தனிப்பட்ட சிவப்பாக உள்ளது (செர்ரி, இரத்தம்); இதன் மிளிர்வு உலோக வயமாகவும் மங்கலாகவும் உள்ளது. ஹேமடைட்டின் மெல்லிய படலம் கூட ஒளிபுகாத தன்மையுடையது. கடின எண் 5.5—6: நுண்படிகவயமானவை இதைவிட மென்மையானவை. ஹேமடைட் சங்கு முறிவு உடையது; உயர்ந்த அடர்வெண் உடையது (5—5.3). உயர்ந்த அடர்வெண் அயவயக் கனிமங்களுக்குத் தகை சால்பான குணம். ஹேமடைட் பெரும் பங்கு மாற்றியல் இயக்கத்தின்போது வெப்ப-நீர்க் கரைசல்களில் இருந்து படிகிறது. இது முக்கியமான இரும்புத்தாது.

மேக்னடைட் (FeO. Fe_2O_3, Magnetite): இது கனசதுரத் தொகுதியில் படிகமாகிறது. இது கெட்டியான மணித்துகள் கொத்துகளாகவும், பாறைகளில் சினைப்புகளைப்போல் (impregna-

tions) உள்ள எண்முக வடிவான படிகங்களாகவும் கிடைக்கிறது. (படம் 16).



படம் 16. இயற்கையில் காணப்படும் மேக்னடைட் படிகங்கள்.

மேக்னடைட் பார்ப்பதற்கும், பௌதிகக் குணங்களிலும், படிகவய ஹேமடைட்டைப்போலவே உள்ளது; ஆனால், இதன் தூள் நிறம் கருப்பு; இது காந்தத்தால் இழுக்கப்படுகிறது; இதற்கு காந்தவிசை ஊட்ட முடிகிறது.

மேக்மா இறுகும்போது மேக்னடைட் படிகிறது; பாறை மாற்றியல் இயக்கத்தின்போதும் வெந்நீர்களில் இருந்தும் பிரிந்து திரள்கிறது. இது முக்கியதோர் அயத்தாது. காந்தவய அயத் தாதின் செழிப்பான படிவுகள் யூரல் மலைகளில் (urals) உள்ளன. [மேக்னிட்நாயா (Magnitnaya), பிளேகோடாட் (Blagodot) வைஸோகாயா (vysokaya) மற்றும் பல].

லிமோனைட் $Fe_2O_3 . nH_2O$. Limonite). இரும்பின் நீர்வய ஆக்சைடு. இக் கனிமத்திலுள்ள நீர் அளவு மாறுபடுகிறது; இது நிறத்திலும் மாறுபாட்டை விளைவிக்கிறது. உதிரியாக உள்ள வகைகளின் நிறம் வெளிர் மஞ்சள்; கட்டியான வகைகளின் நிறம் பழுப்பு, செம்பழுப்பு அல்லது பழுப்பு கலந்த கருப்பு. தூள்நிறம் மஞ்சள்-பழுப்பு அல்லது பழுப்பு. கடின எண் 1—5: அடர்வெண் 3.3—4. பழுப்பு இரும்புத்தாது அவ்வப்போது மீன் முட்டைத் திரள்களைப்போல் (oolites) காணப்படுகிறது; இதன் பெயர் இடத்

துக்கு இடம் மாறுபடுகிறது: 'பீன்' தாது (bean ore), அழுவத் தாது (boy ore), 'மெடோ' தாது (meadow ore), கை-மாதிரியில் கெட்டியான தாதுவும் உதிரியான தாதுவும் மாறி மாறிப் படிந்துள்ளதை அடிக்கடி காணலாம்.

லிமோனைட் மேற்பரப்பில் உண்டாகிறது; இது மற்ற அய வயக் கனிமங்கள் உகலியக்கத்தால் (weathering) நசியும்போது உண்டாகிறது; இதற்கு நுண் உயிரியங்களின் செயலாற்றல் பெரிதும் உதவியாக உள்ளது; இது மேற்பரப்பு 'பேசின்'களில் வீழ்படிவாகப் படிகிறது.

லிமோனைட் ஓர் இரும்புத்தாது.

குருவிந்தம் (Al_2 O_3, Corundum). இது முக்கோணத் தொகுதியில் படிகமாகிறது. தூண் போன்றும் (columnar), பட்டைக் கூம்பு போன்றும் (pyramid), தாள்படலம் போன்றும் (lamellar) உருவம் பெருகிறது. இது ஆழ் நீலம், சிவப்பு, பச்சை அல்லது பழுப்பு நிறம் உடையது. சிலபோது ஒரேபடிகத்தின் தனித் தனிப் பகுதிகள் வெவ்வேறு நிறங்களை உடையன. கடின எண் 9 ; அடர்வெண் 3.9—4. குருவிந்தம் அமிலங்களில் கரைவதில்லை. இதன்-ஆக்கம் மேக்மா வயப்பட்டது. யூரல் மலைகள், கழக்ஸ்தான் (Kazekhstan), யகுடியா (Yakutia) ஆகிய இடங்களில் குருவிந்தப் படிவுகள் உள்ளன.

இது தொழில்துறையில் அரப்புப் பொருளாகவும் (abrasive) வெட்டும் பொருளாகவும் (cutting) முக்கியமாகப் பயன்படுகிறது. ஒளிபுகும் சிவப்பு நிறக் குருவிந்த வகையே இரத்தினம் (Ruby) எனப்படுவது; ஆழ்நீல நிறமுடையது நீலமணி (Sapphire) எனப்படும்.

இரத்தினமும், நீலமணிக்கல்லும் அணிகலக் கற்கள். இவை மிகக் கடினமாக உள்ளதால் கடிகாரம் செய்வதில் பெரிதும் பயன்படுகின்றன.

கார்போனேட்டுகள் (Carbonates)

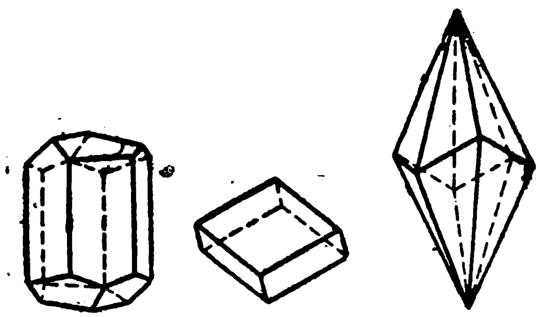
இவ் வகுப்பைச் சேர்ந்த கனிமங்கள் கார்பானிக் அமிலத்தின் உப்புகள். இவற்றில் சில படிவுப் பாறைகளிலும் மாற்றியல் பாறைகளிலும் பாறை—ஆக்கு கனிமங்களாக உள்ளன. இவை ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்துடன் (Hcl) கிளர்வு உடையன. இக் கிளர்வு கார்பன்-டை-ஆக்சைடு(Co^2)குமிழிகளை உண்டாக்கு

கிறது. இது பார்ப்பதற்கு கனிமம் பொங்குவதுபோல் இருக்கும். இக் கிளர்வு பின்வருமாறு நிகழுகிறது.

$$Caco_3 + 2\ Hcl = Cacl_2 + H_2\ Co_3$$
$$H_2\ Co_3 = H_2o + Co_2$$

வெளித் தோற்றப்படி, ஒரே மாதிரியான கார்பொனேட்டு களை இக்கிளர்வின் வேகத்திலிருந்து அறிந்து கொள்ளலாம்.

கேல்சைட்($CaCo_3$, calcite): இது கார்பொனேட் வகுப்பிலேயே மிகவும் பரவலாகக் கிடைக்கும் கனிமம். இது முக்கோணத் தொகுதியில் படிகமாகிறது; கொப்பரைப் பொருக்கு (Druses) போன்றோ தனித்தனியான படிகங்களாகவோ (படம் 17) காணப் படுகிறது; அவ்வப்போது கல் விழுது (stalactites) கல்புற்று (stalagmites) போன்றும் அமைகிறது. கேல்சைட் நிறமற்றவாறும், வெள்ளை நிறமாகவும் உள்ளது: மாசுகள் இதற்குப் பலவகையான நிற மூட்டுகின்றன. இதன் மிளிர்வு கண்ணாடி போன்றது; முத்து போன்றும் இருப்பதுண்டு. இது ஒளிபுகு தன்மை அல்லது ஒளி கசியும் தன்மை உடையது. கனிமப் பிளவு சாய் சதுர வடிவின் (rhombo hedron) மூன்று முகங்களுக்கும் இணையான மூன்று தளங் களில் சீராக உள்ளது. கடின எண் 3. அடர்வெண் 2·6—2·8. கேல்சைட் ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலத்துடன் வன்மையாய்க் கிளர் வடைகிறது.



படம் 17. கேல்சைட் படிகங்கள்.

நிறமற்ற ஒளிபுகும் வகையை 'ஐஸ்லாண்டுஸ்பார்' (Iceland-spar) என்பர். இது இரட்டைக் கோட்டத்தைத் தரும் (double-refraction) குணமுடையது; இது ஒளியியல் கருவிகளில் பயன் படுகிறது.

கேல்சைட்டைச் சூடாக்கினுல் கார்பன்-டை-ஆக்சைடு வெளியாகிறது; கேல்ஷியம் ஆக்சைடு (CaO) எனப்படும். சுட்ட சுண்ணும்பு பின் தங்கும். நீரைச் சேர்த்தால் சுட்ட சுண்ணும்பு நீர்த்த சுண்ணும்பாக $Ca(OH)_2$ மாறுகிறது. நீர்த்த சுண்ணும்பு கார்பன்-டை-ஆக்சைடைக் காற்றிலிருந்து உறிஞ்சி கட்டியாகிறது.

கேல்சைட் மேற்பரப்பு நீர்களில் இருந்து வீழ்படிவாகவும். வெப்பக் கரைசல்களில் இருந்தும், பாறைமாற்றியல் இயக்கத்தின் போதும் உண்டாகிறது. சுண்ணப்பாறைகள், 'சாக்' (chalk) பாறைக்ள், சலவைக் கற்கள் (mables) ஆகிய பல பரவலாகக் காணப்படும் பாறைகள் கேல்சைட்டால் ஆனவை. டோன்பாஸில் (Don bas) பெல்கோராடுக்கு (Belgorod) அருகே வாணிக வயப் படிவுகள் உள்ளன. காகாசஸ் (Caucasus), யூரல் (urels), கார் பேதியன் (Carpathians). கரீலியா (Karelia) ஆகிய மலேகளில் சலவைக் கல் வெட்டி எடுக்கப்படுகிறது.

யூரல், யகுடியா (Yakutia), க்ரிமியா (Crimea), காகாசஸ் ஆகிய இடங்களில் முழுமை வடிவிலுள்ள கேல்சைட் படிவுகள் கிடைக்கின்றன. ஒளிபுகு தன்மையைச் சிறந்த முறையில்கொண்ட கேல்சைட் படிகங்கள் முதன் முதலில் ஐஸ்லாண்டில் காணப்பட்ட தால் இதற்கு ஐஸ்லாண்டு ஸ்பார் என்று பெயர் வந்தது.

அரகொனேட் (Aragonite) $CaCO_3$ கேல்சைட்-டைப்போலல்லாது செவ்வகத் தொகுதியில் (Orthorhombic) படிகமாகிறது. இது அடிக்கடி ஊற்றுப் படிவு அடைகளாவும் கொத்துகளாகவும், அவ்வப்போது, மீன் முட்டைத் திரள்களாகவும் (Ooliter) ஊசிப் படிகங்கள் போலவும் அமைகின்றன. இது கேல்சைட்டை விட சற்று கடினமாக உள்ளதாலும் (3·5—4) இதன் கனிமப்பிளவும் படிக உருவமும் அவ்வளவு சீராக இல்லாததாலும் கேல்சைட்டி லிருந்து இதைப் பிரித்தறியலாம். இது வெப்ப ஊற்றுகளிலிருந்து வீழ்படிவாகப் படிகிறது; 'மொலூஸ்க்கா' இனத்தைச் சேர்ந்த கிளிஞ்சல்களின் சிப்பிகள் (Shells) இதனுல் ஆனவை;

மேக்னசைட் (Magnesite, $MgCO_3$), அரகொனேப் கேல்சைட் ஆகியவற்றைவிட அரிதான கனிமம். கேல்சைட்டுடன் ஒப்பிடு கையில் இதன் கடினத் தன்மையும், அடர்வும் சற்று அதிகமாக உள்ளது. இது அனல்பொறு கற்களேயும். சிமெண்ட்டையும் தயாரிப்பதில் பயன்படுகிறது. யூரல் மலேகளில் பெரிய மேக்ன சைட் படிவுகள் உள்ளன.

டோலோமைட் (Dolomite, $MgCO_3$ $CaCO_3$) இது பரவலாகக் கிடைக்கும் ஒரு கனிமம். சிக்கலான வேதியியல் கூட்டமைவை உடையது. நிறமற்றது அல்லது வெள்ளையானது: ஆனால், அடிக்கடி மாசுகளின் காரணமாக சாம்பல் அல்லது கருப்பு நிறமுடையது. அடிக்கடி நல்ல தடிப்பான படுகை (bed) களாக அமைகிறது. கடின எண் 3.5—4. அடர்வெண் 1·8—2·9, தூளாக்கப்பட்ட டோலொமைட் மட்டுமே ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்துடன் கிளர்வுறுகிறது.

சிடரைட் (Siderite, $FeCO_3$) பழுப்பு அல்லது பழுப்பு மஞ்சள் நிறமுடையது; மக்கலான அல்லது கண்ணாடி போன்ற மிளிர் வுடையது. இதன் கடின எண் 3·5—4·5; அடர்வெண் 3·7—3·9. மாசற்றபோது இது ஒரு நல்ல அயத்தாது.

மேலகைட் (Malachite), $CuCO_3$. Cu $(OH)_2$ இது பரவலாகக் கிடைக்கிறது. இதில் 57·4 சதவீதம் செப்புச் சத்து உள்ளது. இது ஒரு—சாய் தொகுதியில் படிகமாகிறது; ஆனால் முழுபடிகங்கள் அரிதானவை. இது சாதாரணமாக மையம் விரிவமைப்பு உடைய தாகவோ, கெட்டியாகவோ, ஊற்றுநீர் அடர்வடைகளாகவோ அமைகிறது. ஊற்றுநீர் வகையில் ஆரை—நார்வய (radiating-Fibrous) அமைப்புடைய தனித்தனிப் படலங்களையும் மண்டலங் களையும் உடைய உட்குவியும் மண்டல (Zonol) அமைப்பைப் பெற்றுள்ளது. இது அடிக்கடி பிளவடைமா (seluage), பொருக்கு incrustation) மண்போன்றகொத்துகள் (Farthy cluters) போன்று காணப்படுகின்றன. இதன் நிறம் நீலப் பச்சை முதல் பச்சை இது பட்டு மிளிர்வு உடையது. கடின எண் 3·5—4. அடர் வெண் 3·9—4·1.

மேலகைட், சல்பைடுவய செப்புத்தாதுப் படிவுகளின் தீய கிப்புப் (Oxidation) பகுதியிலுள்ள இரண்டாந்தர கனிமமாகும்; இது சுண்ணப்பாறைகளிலும், மற்ற கார்பொனேட் பாறை களிலும் காணப்படுகிறது.

இது ஒரு வணிகவயப்பயனுள்ள செப்புத்தாது; ஆனால், இதன் தாதுப் படிவுகள் எப்போதுமே பெரிதாக இருப்பதில்லை, அழகான வரியமைப்புடைய மேலகைட் விலைமதிப்புள்ள அழகுப் பொரு ளாகப் பயன்படுகிறது.

அஜுரைட் (Azurite) 2 $CuCO_3$ Cu $(OH)_2$ ஒரு-சாய்த் தொகுதி யில் படிகமாகிறது. இது படிகங்கள், மணித்துகள்கள், மண்போன்ற கொத்துகள். பொருக்குகள், நுண்ணிய புரை திணிப்புகள்

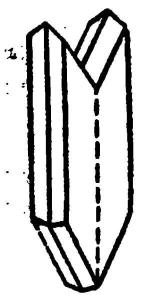
போன்று பல உருவத்தில் கிடைக்கின்றன. அஜுரைட் படிகம் ஆழ் நீல நிறமுடையது. மண்கட்டிகள் போன்ற வகை செப்பு நீலம் (Copper blue) அல்லது தெளிவான நீலம் அல்லது வெளிர் நீல நிறம் உடையது. படிகவய அஜுரைட் கண்ணுடி மிளிர்வு உடையது; அல்லது மண் மிளிர்வு உடையது. கடின எண் 3·5—4; அடர்வெண் 3·7—3·9. ஒரு தளத்தில் கனிமப் பிளவு நடுத்தரமாக உள்ளது. தீயகிக்கப்பட்டால் அஜுரைட் எளிதில் சிதைவுறுகிறது; கார்பானிக் அமில வாயுவை வெளியேற்றுகிறது.

இது செப்புத்தாதுப் படிவுகளின் தீயகிப்புப் பகுதியிலுள்ள ஒரு தகைசால் (Typicol) கனிமம்; இது சால்கோபைரைட் (Chalcopyrite): போர்னைட் (Bornite), சாம்பல் செப்புத்தாது, சால்கோசைட் (Chalcocite, கோவெல்லைட் (covellite,) போன்ற மற்ற செப்பு சல்பைடுகளின் உகலியக்கத்தின்போது (Weathering) உண்டாகிறது. அஜுரைட்டுடன் மேலகைட்டும் எப்போதும் காணப்படும். செப்பு உருக்கி எடுக்கவும், நீலநிறம் செய்யவும் அஜுரைட் பயன்படுகிறது. இது பெரிய அளவுடைய படிவுகளை உண்டாக்குவதில்லை.

சல்பேட்டுகள் (Sulphates)

பெரும்பாலான சல்பேட்டுகள் படிவுப் பாறைகளை ஆக்கும் கனிமங்களாக உள்ளன. இவை மேற்பரப்பு நீர்களில் இருந்து வீழ்படிவுகளாக உண்டாகும் கந்தக அமிலத்தின் உப்புகள்; அல்லது சல்பைடுகளின் தீயகிப்பால் உண்டாகும் பொருள்கள்.

ஜிப்சம் (Gypsum) $CaSO_4\ 2H_2O$ படிவுப் பாறைகளில் முக்கியமான பாறை ஆக்கு கனிமங்களில் ஒன்று. இது அடிக்கடி ஒரு சாய் தொகுதியில் படிகமாகும் சீர் உருவம் பெற்ற படிகங்களாகக் காணப்படும். இது அவ்வப்போது தூண் போன்றும் செதிள்போன்றும் எப்போதாவது இரட்டைப் படிகங்களாகவும் (படம் 18) ஆனால் மிகச் சாதாரணமாக கெட்டியான திண்மங்களாகவும் காணப்படுகிறது. இதன் கனிமப் பிளவு சீரானது; அடர்வெண் 2. இதை கைவிரல் நகத்தால் கீறலாம். அடர்வெண் 2. 3; தூய ஜிப்ஸம் நிறமற்றது. வெள்ளை, சாம்பல், நீலம், இளஞ்சிவப்பு நிறங்களையும் பெற்றிருப்பதுண்டு. இது ஒளி-புகும் அல்லது ஒளி—கசியும் தன்மையுடையது; கண்ணுடி முத்து மிளிர்வுகளையுடையது. நார்வய படிகங்கள் செலினைட் (selenite) எனப்படும்.



படம் 18. ஜிப்சம்—கவைவால் இரட்டைப் படிகம்.

100° c-க்கும் மேலான வெப்பத்தில் ஜிப்சம் ஓரளவு நீரை இழந்து அரை ஹைட்ரேட்டாக மாறுகிறது. $CaSO_4 . \frac{1}{2} H_2O$ இதை மாவாக்கி நீர்விட்டால் பசை போலாகி வெப்பத்தை வெளிப்படுத்தியவாறே இறுகுகிறது. இக்குணத்தைக்கொண்டே மருத்துவ மனையில் கெட்டியான கட்டுகளைக் கட்ட உதவும் "ப்ளேஸ்டர் ஆப்பேரிஸ்" என்னும் பொருளாகவும், சிமெண்ட் தயாரிக்கவும், கட்டட வேலையிலும், சிற்பங்களைச் செய்யவும் பயன்படுகிறது. வேதியியல் தொழிற் துறையிலும் பெரிதும் பயன்படுகிறது. ஜிப்சம் படிவுகள் பாறை உப்புப் படிவுகளுக்கு அடுத்தாற்போல் சாதாரணமாகக் காணப்படுகிறது.

அன்ஹைட்ரைட் (Anhydrite, $CaSO_4$). சாய் சதுரத் தொகுதியில் படிகமாகிறது. இது வழக்கமாகக் கெட்டியான நுண்மணி வயக் கட்டிகளாக உள்ளது. இது பெரும்பாலும் வெள்ளை நிறமாக இருந்தாலும் அவ்வப்போது நீலம் அல்லது சாம்பல் நிறச் சாயலோடு காணப்படுகிறது. இதன் மிளிர்வு கண்ணடி அல்லது முத்து போன்றது. இது ஒளிபுகும் தன்மை வாய்ந்தது. ஆனல், பெரும்பாலும் ஒளிகசியும் தன்மை உடையது; நேர் குறுக்காக உள்ள இரண்டு தளங்களில் கனிமப் பிளவு சீராகவும், நடுத்தரமாகவும் உள்ளது. கடின எண் 3—3·5; அடர் வெண் 2·8—3.

பாஸ்பேட்டுகள் (Phosphates)

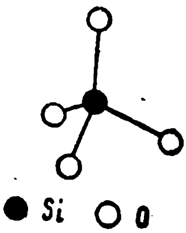
அபடைட் (Apatite, Ca_3 $(Po_4)CaF_2$) $(CaCl_2)$, பாஸ்பேட்டுகளில் மிகவும் பரவலாகக் கிடைக்கும் கனிமம். இது அறுகோணத் தொகுதியில் படிகமாகிறது. இது வழக்கமாக நுண்மணி வயக் கட்டிகளாகவும், அரிதாக, அறுபட்டக வடிவமுள்ள தனித்தனிப் படிகங்களாகவும் கிடைக்கிறது. இது வெள்ளை முதல் பழுப்பு நிறமுடையது. பெரிய படிகங்கள் வெளிர் பச்சை, பசும்நீலம். மஞ்சள், ஊதா. சிவப்பு, பழுப்பு நிறங்களை உடையன. படிகமுகங்கள் கண்ணடி மிளிர்வுடையவை. முறிவுகள் எண்ணெய் மிளிர்வுடையவை; கனிமப் பிளவு சீரற்றது. கடின எண் 5. அடர்வெண் 3-2.

இது ஒரு முக்கியமான உரப்பொருள். இது பெரும்பாலும் படிவுப்பாறைகளில் கிடைக்கிறது. தழலியல், மாற்றியல் வயப்பட்ட அபடைட் படிவுகளும் உள்ளன.

சிலிகேட்டுகள் (Silicates) : தெரிந்த கனிமங்களில் சுமார் மூன்றில் ஒரு பங்கு இவ்வகையைச் சேர்ந்தது. புவிப்பொருக்கின் எடையில் 75 சதவீதம் சிலிகேட்டுகளாலானது. இவை உருகிய குழம்பாக இருந்து இறுகிய தழற்பாறைகளிலும், மேற்பரப்பில்

உண்டான படிவுப்பாறைகளிலும், அதிக வெப்பத்திலும், அழுத்தத்திலும் மாறுபட்ட உருமாறிய பாறைகளிலும் உள்ள கனிம உறுப்புகளாகும். பெரும்பாலும் இவை தழலியல் பாறைகளில் சால்பாக உள்ளவை.

பெரும்பாலான சிலிகேட்டுகள் மிகவும் சிக்கலான வேதியியல் கூட்டமைவு உடையவை. இவை நான்முக வடிவில் (tetrahedron) உள்ள நான்மடக்கு இணைநிறம் உடைய SiO_4 மின்னணுக் கட்டுகளால் ஆனவை. இந்த நான்முக வடிவுகளின் கூர்முனைகளில் ஆக்ஸிஜன் மின்னணுவும், மையத்தில் சிலிகான் மின்னணுவும் உள்ளன (படம் 19).



படம் 19.
சிலிகான்-ஆக்சிஜன் நான்முக வடிவில் மின்னணுக்களின் அமைப்பு
O Si—சிலிகான்,
● O ஆக்சிஜன்.

சிலிகேட்டுகளில் SiO_4 நான்முக வடுவுகள் பிராணவாயு கூர்முனைகளினூடே வளையங்கள், சங்கிலிகள், ரிப்பன்கள், தாள்கள், சட்டங்கள் ஆகிய பல உருவங்களாக இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இத்தொகுப்பு முறைகள் வேதியியல் கூட்டமைவைப் பொறுத்தவை. கனிமங்களின் குறிப்பிட்ட பௌதிகக் குணங்கள் (கடினத் தன்மை, கனிமப்பிளவு, அடர்வெண்) போன்றவை இதைப் பொறுத்தவையே.

சில சிலிகான் மின்னணுக்களுக்குப் பதிலாக அலுமினியம் மின்னணுக்களைக்கொண்ட நுண் இழைமையுடைய சிலிகேட்டுகள் அலுமினோன் சிலிகேட்டுகள்.

வழக்கமான பாறை ஆக்கு சிலிகேட்டுகளின் குணங்களைக் காண்போம் :

ஆலிவின் (Olivine, $(Mg, Fe)_2\ SiO_4$). குறைந்த அளவு சிலிகான் ஆக்சைடு உடைய சிலிகேட்டு. இதன் அமைப்பு தனியான சிலிகா—பிராணவாயு நான்முக வடிவை அடிப்படையாகக் கொண்டது. இது சாய் சதுரத் தொகுதியில் படிகமாகிறது. படிகங்கள் குட்டையான தூண்போன்ற உருவம் உடையவை. ஆனால் படிகங்கள் அரிதானவை.

ஆலிவின் சாதாரணமாக மணிவயக் கட்டிகளாக உள்ளது. இது நிறத்தில் வெளிர்நிறம் முதல் தகைசால்பான நிறங்கள் மஞ்சள்—பசுமை, ஆலிவ்—பச்சை, ஆழ்பச்சை. இது நுண்வெடிப்பு களில் சர்பெண்டின் உண்டாவதைப் பொறுத்தது. இது கண்ணாடி மிளிர்வும் எண்ணெய் மிளிர்வும் கொண்டது. கனிமப்

பிளவு நடுத்தரமானது அல்லது சீரற்றது. முறிவு சமமல்லாதது. கட்டிகள் மணிவய முறிவு கொண்டவை. கடின எண் 6.5—7; அடர்வெண் 3.3—3.5.

ஆலிவின் குறைந்த சிலிகா உடைய கார—அதி—கார பாறைகளைச் சேர்ந்த பாறை—ஆக்கு கனிமம்.

கிரைசோலைட் (Chrysolite): எனப்படும் ஒளிபுகும் வகை ஒரு குறை மணிக்கல்லாகும்.

மெக்னீஷிய வகைகள் அனல்-பொறு பண்டங்களைச் செய்யப் பயன்படுகின்றன.

பைராக்சின் (Pyroxene): வகை கனிமங்கள் இதைவிடச் சிக்கலான படிகவய அமைப்புடையவை. பைராக்சின் சங்கிலிகளைப் போல் அமைந்த சிலிகா—பிராணவாயு நான்முக வடிவுகளால் ஆனது. ஏனெனில், இது ஆலிவீனைவிட அதிக அளவு சிலிகான் ஆக்சைடு உடையது. பைராக்சின் படிகங்கள் குட்டையானவை. ஆனல் பட்டகவயமானவை. இரண்டு கனிமப்பிளவுகள் ஏறத்தாழ 90° கோணத்தில் உள்ளன. இவ்வகுப்பில் மிகப்பரவலாக உள்ள கனிமங்களில் ஒன்று ஆகைட் (Augite).

ஆகைட், (ca,Na) (Mg, Fe, Al) (Si, Al)$_2$ 06 ஒரு சாய்த்தொகுதியில் படிகமாகிறது. படிகங்கள் குட்டையான தட்டையான எண்முக உருவம் கொண்டவை. கனிமநிறம் பச்சை—கருப்பு. கருப்பு. மிளிர்வு கண்ணடி போன்றது. சுமார் 90° கோணத்திலுள்ள இரண்டு தளங்களில் கனிமப்பிளவு நடுத்தரமாகவோ சீராகவோ உள்ளது. கடின எண் 5-6. அடர்வெண் 3.3—3.6. ஆகைட் தழலியல், மாற்றியல் பாறைகளின் பாறையாக்கு கனிமம்.

இதற்கு மாருக ஆம்பிபோல் (amphibole) வகை கனிமங்கள் சீரான நீண்ட கத்திபோலவும் அவ்வப்போது நார்வய அமைப்புடைய படிகங்களாகவும் காணப்படுகின்றன. 120° (60°) கோணத்திலுள்ள இரண்டு தளங்களில் கனிமப்பிளவு சீராக உள்ளது. ஒரு நிலையற்ற மிகச்சிக்கலான வேதியியல் கூட்டமைவு உடைய ஹார்ன்பிளெண்டு (hornblende) இந்த வகையில் ஒரு சால்பான கனிமம்.

ஹார்ன் பிளெண்டு: $(Ca, Na,)_2\ (Mg,Fe^{2+})_4\ (Al, Fe^{3+})\ (Al\ Si_3\ O_{11})_2\ (OH)_2$ ஒரு சாய்த் தொகுதியில் படிகமாகிறது. ஆகைட்

டைப்போலவே இது ஒரு தழலியல் மாற்றியல் வயப்பாறை-ஆக்கு கனிமம். இதன் நிறம், மிளிர்வு, கடினஎண் ஆகியவை ஆகைட்டில் காணப்படுவன போலவே உள்ளன. வெளித்தோற்றத்தில் இதன் தனிச் சிறப்புகள் : (1) படிகங்கள் அறுகோண குறுக்குத் தோற்றம் கொண்ட நீண்ட பட்டக அல்லது தூண் அமைப்பு உடையவை; அல்லது நீண்ட நார்போன்ற அல்லது ஊசி வடிவப் படிகங்களாகவும் காணப்படும். (2) 120°-ம் 60°-ம் இடையே கொண்ட இரண்டு தளங்களில் கனிமப்பிளவு சீராக உள்ளது. (3) ஆகைட்டை :விட இதன் அடர்வெண் குறைந்தது.

பல சிலிகேட் கனிமங்கள் படலவயப் படிக அணுவெளிச்சட்ட அமைப்புடையவை ; இவ்வமைப்பில் சிலிகா-ஆக்சிஜன் நான்முக வடிவுகள் கணக்கற்ற சிலிகா-ஆக்சிஜன் ''தாள்களாக'' (sheets) இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இந்த அமைப்பு தாள்படல அமைப்புடைய (lamellar) படிகங்களோடும், முனைப்பான ஒருதள கனிமப் பிளவோடும், மிகத்தாழ்வான கடினத்தன்மையோடும் தொடர்புடையது. எல்லாத் தாள்படல அமைப்புடைய சிலிகேட்டுகளும் ஒரு-சாய்த் தொகுதியில் படிகமாகின்றன. ஆம்பிபோல்களைப் போலவே, வேதியியல் கருத்துப்படி இவை OH ஹைட்ராக்சில் தொகுதியைச் சால்பாக உடையவை.

முதன் முதலாகத் தாள்படல அமைப்புடைய சிலிகேட்டுகளில் மைகா (mica, அப்ரகம்) தொகுதிக் கனிமங்கள் உள்ளன. இவை தழலியல்—மாற்றியல் பாறைகளில் தகைசால்பாக உள்ளவை. மைகா படிகங்கள் தட்டையானவை. மைகாவை அதன் கனிமப் பிளவில் வெகு எளிதில் மீளும் தன்மையுடைய (elastic) மிக மெல்லிய தளங்களாக உரிக்க முடியும் (படம் 13).

மஸ்கோவைட்: $K Al_2 (OH)_2 (AlSi_3 O_{10})$ சாதாரணமாக நிறமற்றது. அவ்வப்போது பச்சை அல்லது வெளிர் மஞ்சள் நிறமுடையது. இது கண்ணாடி அல்லது முத்து மிளிர்வு உடையது. ஒளிபுகக்கூடியது. இதனால் இதைக் கண்ணாடிக்குப் பதிலாக முன்பு பயன்படுத்தினர். கனிமப்பிளவு ஒரு திசையில் சிறப்பாக உள்ளது. தாழ்படலங்கள், மீண்மை உடையவை. கடின எண் 2-3 ; அடர்வெண் 2.7—3. மஸ்கோவைட் மின்தொழிற்துறையில் காப்பீட்டுப் பொருளாகப் பெரிதும் பயன்படுகிறது, பொருளாதாரப் படிவுகள் பெக்மடைட்டுகளில் உள்ளன.

சுமார் ஆயிரம் ஆண்டுகளுக்கு முன்பிருந்தே மேற்கு ஐரோப்பாவில் மஸ்கோவி என்னுமிடத்திலிருந்து இக்கனிமம் வெட்டி

எடுக்கப்பட்டு வந்தது. இதற்கு இப்பெயர் வரவும் இதுவே காரணம்.

பையோடைட் (Biotite): K $(Mg, Fe)_3$ $(OH)_2$ $(AlSi_3O_{10})$ மஸ்கோவைட்டிலிருந்து அதன் பழுப்பு அல்லது கருப்பு நிறத்தாலும் குறைந்த ஒளிபுகு தன்மையாலும் சற்று உயர்ந்த அடர்விலுைம் (3—3.1) மாறுபடுகிறது. கருப்பு மைகா நசிவதால் வெண்கல நிறச்சாயலைப்பெறுகிறது.

டால்க்(Talc): Mg_3 $(OH)_2$ $(S_{i4}$ $O_{10})$ கெட்டியான இலைக்கட்டி அமைப்புடனே அல்லது செதிள்வயக் கட்டிகளாகவோ கிடைக்கிறது. தனிப்படிகங்கள் அரிதானவை. இது வெள்ளை, வெளிர்-பச்சை, நீலப்பச்சை அல்லது வெள்ளிவய நிறமுடையது; பெரும்பாலும் முத்து மிளிர்வு உடையது ; கட்டிகளின் மிளிர்வு மங்கலானது. கனிமப்பிளவு ஒரு தளத்தில் சிறப்பானது. பிளந்தெடுக்கப்பட்ட தாள்படலங்கள் வளையக் கூடியவை. டால்க் வழுவழுப்பானது. இதன் கடின எண் 1 ; அடர்வெண் 2.7—2.8.

ஆலிவின், பைராக்சின், ஆம்பிபோல் போன்ற மெக்னீஷியவய சிலிகேட்டுகளின் மாற்றலினுல் (metamorphism) டால்க் விளைகிறது. இதன் மென்மையும் நல்ல கனிமப் பிளவும் இதை நல்ல உயாவியாக்குகின்றன (lubricant) டால்கின் திண்மவகையான மாவுக்கல் (soap-stone) அனல்பொறு பொருளாகப் பயன்படுகிறது.

சர்பென்டின் (Serpentine): $Mg_6(OH)_8$ $(Si_4$ $O_{10})$, வழக்கமாக கெட்டியான திண்மங்களாகவும், அவ்வப்போது கசிவு அடைகளாவும் கிடைக்கிறது. ஆண்டிகோரைட் என்னும் வகைமட்டும் படிக உருவில் உள்ளது. நிறம் வெளிர்பச்சை முதல் கரும்பச்சை வரை மாறுபடுகிறது. நிறம் திட்டுத்திட்டாக இருப்பதால் இதற்கு இப்பெயர் வந்துள்ளது. (latin-'serpens') கண்ணுடி அல்லது எண்ணெய் மிளிர்வு உடையது. கனிமப்பிளவு படிகவகையில் மட்டும் காணப்படுகிறது. கடின எண் 2.5—4. அடர்வெண் 2.5—2.6. சர்பெண்டின் காரப்பாறைகளின் மாற்றியலின்போது உண்டாகிறது.

மெல்லிய நார்வய சர்பென்டைன் வகை ஒன்றை கிரைசோடைல்-கல்நார் (chrysotile-asbestos) என்பர். இது வெண்மையாகவும் பசும் மஞ்சளாகவும் உள்ளது. பட்டு மிளிர்வு உடையது. கடின எண் 2-3. இதை மிக வெண்மையான வளையக்

கூடிய நார்களாக உரிக்க முடியும். இது சர்பென்டின் பாறை வெடிப்புகளில் தாரைகளாக உள்ளது.

கெயோலினைட் (Kaolinite): $Al_4 (OH)_8 (Si_4 O_{10})$ கெட்டியான அல்லது மண்போன்ற கட்டிகளாக உள்ளது. படிகங்கள் நுண்ணியவை. நுண் நோக்கியின் உதவியால் காணக் கூடியவை. இது வெண்மையானது. மிகச்சிறிய படிகங்கள் நிறமற்றவை. இது மண் மிளிர்வு உடையது. மண் முறிவு உடையது. கடின எண் 1-3 அடர்வெண் 2.6; வழுவழுப்பானது. உலர்ந்த நிலையில் விரைவில் நீரை உறிஞ்சி நெகிழ்வுத் தன்மை பெறுகிறது.

இது சிலிகேட்டுகளைப் போலல்லாது புவிமேற்பரப்பில் அலுமினே சிலிகேட்டுகள் (வெல்ஸ்பார்கள்) நசிவதால் சிறப்பாக உண்டாகிறது.

Fe^{2+} இருக்கும் இடத்தை Mg^{2+} பற்றியுள்ள $Mg_6 (OH)_8 (Si_4 O_{11})$ மற்றும் $Mg_4 Al_2 (OH)_8 (Al_2 Si_2 O_{10})$ ஆகிய இரண்டு வேதியியல் கூட்டுகளின் கலவையாக உள்ள பல கனிமங்கள் குளோரைட் (chlorite) வகுப்பைச் சேர்ந்தவை. குளோரைட்டுகள் திண்மங்களாகவும், ஆழ் பச்சை நிறமுடைய செதிள்வயக்கட்டிகளாகவும் உள்ளன. இவை முத்து அல்லது கண்ணுடி மிளிர்வு உடையவை. கடின எண் 2—2.5. கனிமப்பிளவு ஒரு தளத்தில் சிறப்பானது. மைக்காக்களைப் போலவே குளோரைட்டுகளும் செதிள்களாகப் பிளக்கின்றன. ஆனால், செதிள்கள் மீண்மையற்றவை. அடர்வெண் 2.6—2.8.

குளோரைட்டுகள் பாறை மாற்றியலினால் உண்டாகின்றன.

கிளாக்கோனைட் (glauconite) லெபிடோமிலேன் (Lepidomelane) எனப்படும் அயவய மைக்காக்களைப்போலவே வேதியியல் கூட்டமைவு உடையது. ஆனால், க்ளாகோனைட்டில் $K_2 O$ அளவு குறைவாகவும் நீர் அளவும் இரும்பு அளவும் அதிகமாகவும் உள்ளது. கிளாகோனைட்டின் படிக அமைப்பு பற்றி அதிகம் தெரியவில்லை. இது கடலில் படிந்த படிவுப்பாறைகளில் சிறு கோளங்களாகப்படிந்துள்ளது. இதன் நிறம் பச்சை. மிளிர்வு மங்கலானது. கடின எண் 2—3 ; அடர்வெண் 2.2—2.8.

கிளாகோனைட் பொட்டாஷிய உரமாகவும் பச்சை நிறமாகவும் கடின நீரை மென்மையாக்கவும் பயன்படுகிறது. சிலிகா ஆக்சிஜன் நான்முக வடிவுகள் இணைவதால் சிக்கலான படிக அமைப்புகள் உண்டாகின்றன. இவ்வகையான அமைப்புடைய சிலிகேட்டு

களில் சிலிகானின் ஒரு பகுதி எப்பொழுதும் அலுமினியத்தால் வெளியேற்றப்படுகிறது. ஆகவே, இவை அனைத்தும் அலுமினோ சிலிகேட்டுகள். இத்தகைய கனிமங்களில் மிகப் பரவலானவை பெல்ஸ்பார்கள்.

பெல்ஸ்பார்கள் (Feldsspar): ஒரு சாய்—,முச்சாய்த் தொகுதி களில் படிகமாகின்றன. இவை நல்ல நிறங்களை உடையவை. கண்ணாடி மிளிர்வு உடையவை. கடின எண் 6—6.5. அடர்வெண் 2.5—2.7 ஏறத்தாழ 90° கோணத்தில் உள்ள இரண்டு தளங்களில் ஒன்றில் நடுத்தரமாகவும் மற்றொன்றில் சீராகவும் உள்ள பிளவுகளை உடையன.

இவை வேதியியல் கூட்டமைவின் அடிப்படையில் இரண்டு வகுப்புகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன.

1. சோடா-பொட்டாஷ் (soda—potash) பெல்ஸ்பார்கள் அல்லது அனார்த்தோகிளேசுகள்.
2. கேல்ஷிய-சோடிய (lime soda) பெல்ஸ்பார்கள் அல்லது ப்ளேஜியோகிளேஸுகள்.

ஆர்த்தோகிளேஸ் (orthoclase): K (Al Si_3 O_8), முதல் வகுப்பி லுள்ள மிகப் பரவலாகக் கிடைக்கும் கனிமம். இது எப்போதும் ஓரளவு Na_2 O வை மாசாகப் பெற்றுள்ளது. இது ஒரு-சாய்த் தொகுதியில் தட்டையான (tabular) உருவங்களில் படிகமாகிறது. இது தாரை வடிவிலுள்ள பலதணலியற்பாறைகளிலும் மாற்றியல் பாறைகளிலும் முக்கியமான ஆக்கக்கூறு ஆகும். ஏறத்தாழ வெண்மை, மஞ்சள், வெளிர்சிவப்பு, இரத்தச்சிவப்பு ஆகிய நிறங் களை உடையது. 90° கோணத்திலுள்ள இரண்டு தளங்களில் பிளவு ஏற்படுகிறது. (Greek—orthos = straight + klosis = fracture). ஒரு தளத்தில் பாறை சீரானது ; மற்றதில் நடுத்தரமானது கடின எண்—6 ; அடர்வெண் 2.5.

இதே வேதியியல் கூட்டமைவு உடைய, ஆனால், முச்சாய்த் தொகுதியில் படிகமாகும் கனிமம் மைக்ரோகிளேன் (microcline— சிறிது வளைந்தது)—இதிலுள்ள இரண்டு கனிமப்பிளவுத் தளங் களும் 90°க்கு 20′ குறைந்த கோணத்தில் உள்ளன. வெளித்தோற் றப்படி மைக்ரோகிளேனும் ஆர்த்தோகிளேஸும் ஒன்றேபோல் தான் இருக்கும் ; ஆனால் மைக்ரோக்ளேன் அவ்வப்போது பச்சை நிறமாய் உள்ளது. அப்போது இதை அமேசோனைட் (amazonite) என்பர். சாதாரண பொடாஷ் பெல்ஸ்பார்கள் (orthoclase) கண்ணாடி, பீங்கான் தொழிற்துறையில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

பிளேஜியோகிளேஸ் வகுப்புக் கனிமங்கள் Na ($AlSi_3O_8$), Ca ($Al_2Si_2O_8$) ஆகிய இரண்டு கூட்டணுக்களும் எந்தவிகிதத்திலும் கலந்தவாறுள்ள ஒரு திண்மக்கரைசலாய் உள்ளன; ஆகவே, இவை தொடந்தாற்போல் மாறுபடும் வேதியியல் கூட்டமைவையும், குணங்களையும் கொண்ட ஓர் ஒத்த இயல்புடைய கலவை வரிசையை உண்டாக்குகின்றன. இவ்வரிசையின் கோடிகளில் ஆல்பைட்டும் (Albite—சோடியம் — அலுமினியம் சிலிகேட்) அனார்தைட்டும் (Anorthite, calcium aluminium silicate) உள்ளது. இவற்றுக்கு இடையில் ஆலிகோகிளேஸ், ஆண்டிசைட். லேப்ரடோரைட், பைடௌனைட் ஆகியவை உள்ளன. இவை அனைத்துமே சோடியம் கேல்ஷியம் கூட்டணுக்களை மாறுபட்ட விகிதங்களில் கொண்டுள்ளன.

பிளேஜியோகிளேஸ்கள் பலவிதமான தழற்பாறைகளிலும் மாற்றியல் பாறைகளிலும் உள்ளன. எல்லா பிளேஜியோகிளேஸ்களும் முச்சாய்த் தொகுதியில் படிகமாகின்றன. தனித் தனியான படிகங்கள் அரிதானவை. சிக்கலான வகையில் இரட்டிப்பு கண்டுள்ள படிகங்கள் பிளேஜியோகிளேஸ்களில் தகைசால்பானவை. பெரிய படிகங்களின் மேற்பரப்பில் இணைவரிப்பள்ளங்களாக இதைக் காணலாம்.

வெற்றுக் கண்ணுக்கே புலனாகும்படி பிளேஜியோளேஸ்கள் ஒவ்வொன்றும் மாறுபட்டவாறு உள்ளன; இவை சோடா பொட்டாஷ் பெல்ஸ்பார்களை உண்டாக்குகின்றன. சிலபோது பிளேஜியோகிளேஸை இதன் துணைவகுப்பான ஆர்த்தோகிளேஸிலிருந்து நிறத்தால் பிரித்தறிய முடியும். இதன் நிறம் வெளிர் சாம்பல் அல்லது பசுஞ் சாம்பல்; ஆர்த்தோக்ளேஸ் இளஞ்சிவப்பு அல்லது மஞ்சள் நிறமானது. கனிமப்பிளவிலும் மாறுபாடு உண்டு; இவை பிளேஜியோகிளேஸில் 86°—24′—86°50′ கோணத்தை உடையவை; இதன் பெயர் இதனால் வந்ததே. கிரீக் மொழியில் ''ப்ளேஜியோஸ்'' என்றால் 'கோணலானது' என்றும் ''க்ளேஸிஸ் ' என்றால் 'முறிவு' என்றும் பொருள்படும். இரட்டிப்பின் வரிப்பள்ளங்களைக் கொண்டும் ப்ளேஜியோகிளேஸை அறிந்து கொள்ளலாம். சில தறுவாய்களில் ஆர்த்தோகிளேஸுக்கும் பிளேஜியோகிளேஸுக்கும் இடையே எந்தவேற்றுமையையும் வெற்றுக் கண்ணால் காணமுடியாது; ஆகவே வெளிப்புறத் தலத்தில் கண்டதும் இதை ''பெல்ஸ்பார்'' என்று மட்டுமே சொல்லமுடியும்.

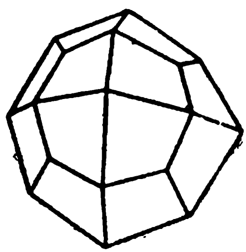
பிளேஜியோகிளேஸின் வேதியியல் கூட்டமைவை 'பைடரோவ் யூனிவர்ஸல் ஸ்டேஜ்' (Fyodorovstage) என்னும் கருவி

பொருத்தப்பட்டுள்ள நுண் நோக்கியின் உதவிகொண்டு எளிதில் சரியாகக் கண்டுபிடித்துவிடலாம். இதற்கு 'பைடரோவ்' ஆய்வு முறை என்று பெயர்.

பெல்ஸ்பதாய்டு (felspathoid) வகுப்புக் கனிமங்கள் பெல்ஸ் பார்களைவிடக் குறைந்த அளவு சிலிகாவை உடையன. இதனால் ஆல்கலி பாறைகளில் பெல்ஸ்பதாய்டு கனிமங்கள் பெல்ஸ்பார் கனிமங்களை மாற்றுகின்றன (replace); ஆல்கலி பாறைகள் தாழ் சிலிகா அளவுடைய மேக்மாவிலிருந்து உண்டாகிறது.

நெபிலின்: (Nepheline) $Na(Al\ SiO_4)$, அறுகோணத்தொகுதியில் படிகமாகிறது. இது சாம்பல், பசுஞ்சாம்பல், செஞ்சாம்பல், செம்பழுப்பு, இரத்தச் சிவப்பு நிறங்களை உடையது. முறிவு சீரற்றது. எண்ணெய் மிளிர்வு உடையது. சீரற்ற கனிமப்பிளவு உடையது. கடின எண் 6. அடர்வெண் 2.6. நெபிலின் குவார்ட்சுடன் இருப்பதே இல்லை.

இது ஆல்கலி பாறைகளை ஆக்கும் ஒரு கனிமம். இது பீங்கான் கண்ணடி தொழிற்துறைகளிலும் அலுமினியம் ஆக்சைடு சோடியம் கார்பொனேட் தயாரிப்பதிலும் பயன்படுகிறது.



படம் 20. லியூசைட் படிகம்.

லியூஸைட்: (Leucite) $K\ (AlSi_2O_6)$. கனசதுரத் தொகுதியில் படிகமாகிறது. இது வழக்கமாக நாற்கோண மூவெண் முக வடிவம் கொண்ட (tetragonal trioctahedrons (படம் 20) சீரான பொதிப் படிகங்களாகக் (phenocrysts) கிடைக்கிறது. இது நிறமற்றது அல்லது வெள்ளை அல்லது வெளிர்சாம்பல் நிறமுடையது. சீரற்ற அல்லது சங்கு முறிவு உடையது. கடின எண் 5-6; அடர்வெண் 2.45-2.5 இதைப் பொட்டாஷ் கச்சாப் பொருளாகப் பயன் படுத்தலாம்.

பாறைகளைப் பற்றிய பொதுவான தகவல்கள்

புவிப்பொருக்குப் பாறைகளால் (rocks) ஆனது. பாறைகள் மாறுத கனிமக் கூட்டமைவு உடைய கனிமத் திரள்கள்.

ஒரு பாறை ஒன்று அல்லது பல கனிமங்களால் ஆனது. எடுத்துக்காட்டாக, ஒரு கனிமத்தால் மட்டுமே ஆன பாறைகள்; சலவைக்கல் (marble) கேல்ஸைட் படிகங்களால் ஆனது; க்வார்ட்

ஸைட் குவார்ட்ஸ் கனிமத்தால் மட்டும் ஆனது ; ஜிப்ஸம் பாறைகளாக உள்ளது. ஆனால் பல்-கனிமப்பாறைகளையே மிகுதியாகக் காண்கிறோம். எடுத்துக்காட்டாக, கிரேனைட் பாறை குவார்ட்ஸ் பெல்ஸ்பார், பயோடைட் ஆகியவற்றாலானது. சயனைட் பாறை பெல்ஸ்பார், ஹார்ன்ப்ளெண்ட், மைகா ஆகியவற்றாலானது.

புவிப் பொருக்கில் எண்ணற்ற கனிமங்கள் இருப்பதால் எண்ணற்ற பாறைகள் இருக்கவேண்டும். ஆனால் கனிமங்களைவிட மிகக் குறைவான பாறைகளே உள்ளன. ஒரு குறிப்பிட்ட நிலப் பொதியியல் செயல்முறை நிலைக்குச் சம்பந்தப்பட்டு பாறைகள் முடிவற்ற பௌதிக வேதியியல் சூழ்நிலைகளை உண்டாக்குவதே இதற்குக் காரணம். ஒரு குறிப்பிட்ட சூழ்நிலையில் ஒரு குறிப்பிட்ட எண்ணிக்கை கனிமங்களே நிலைத்த சமன்பாட்டுடன் இருக்க முடியும்.

முக்கிய பாறையாக்கு கனிமங்களைப் பிரித்தறிவது எளிது. அவற்றில் சில கனிமங்கள் இன்றியமையாதவை (Essential); மற்ற சில துணைக் கனிமங்கள் (Accessory) பாறையின் குணத்தை மாற்றுவதில்லை.

கனிம வயக் கூட்டமைவினால் மட்டுமே அல்லாது பாறைகளை அவற்றின் அமைப்பு (Structure) நுண் இழைமை (Texture) ஆகியவற்றாலும் பிரித்தறியலாம். அமைப்பு என்னும் சொல்லால் கனிமத்திரளின் அமைப்பைக் குறிப்பிடுகிறோம். அதாவது பாறையை ஆக்கும் கனிமத்துகளின் படிக வயமை, அளவு, படிக உருவம் ஆகியவற்றைக் குறிப்பிடுகிறோம். பாறையின் கூட்டமைவு, அதாவது, பாறையை ஆக்கும் கனிமங்களின் ஒழுங்கமைப்பை நுண்இழைமை என்கிறோம்.

பிறப்பிற்கேற்ப பாறைகள் மூன்று வகைகளாகப் பிரிக்கப் படுகின்றன :

தணற் பாறைகள் (Magnetic Rocks): உருகிய பாறைக் குழம்பு குளிர்ந்து இறுகிப் படிகமாவதால் உண்டாகின்றன.

படிவுப் பாறைகள் (Sedimentary Rocks): புவிப் பொருக்கில் முன்பே உண்டான பாறைகள் பௌதிக—வேதியியல் முறைகளில் சிதைக்கப்பட்டு மீண்டும் படுகைப் பாறைகளாகப் படிகின்றன. தாவரங்களும் பிராணிகளும் இவற்றின் ஆக்கத்தில் பங்கு கொள்கின்றன.

மாற்றியல் பாறைகள் (meta morphic Rocks): இவை மிகுந்த வெப்பத்தாலும் அழுத்தத்தாலும் அருகிலுள்ள பாறைக் குழம்பு-அறைகளிலிருந்து வெளிப்படும் பலவகை நீர்-வாயுப் பொருள்களின் இயக்கத்தாலும் மேலே கூறிய இரண்டு வகைப் பாறைகளும் மாற்றப்படுவதால் உண்டாகின்றன.

இனி மிகப் பரவலாகக் காணப்படும் பாறைகளின் சால்பான குணங்களைக் காண்போம்.

தணற் பாறைகள் (Magmatic Rocks): பாறைக் குழம்பு (Magma) இறுகும்போது இருந்த சூழ்நிலைக்கு ஏற்ப தணற்பாறைகள் இரண்டு வகைகளாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன:

ஆழ்-நிலைப் பாறைகள் (Deep-seated): அல்லது **நுழைவுப்** பாறைகள் (Intrusive) இவை புவிப் பொருக்குக்குக் கீழே வெகு ஆழத்தில் மேக்மா (magma-உருகியபாறை) இறுகுவதாலோ, அல்லது, உருகிய பாறைக் குழம்பு புவி மேற்பரப்பில் **வெளிவுமிழ்வு** (Effensive) அல்லது புறப் பொழிவாக (Lava) இறுகுவதாலோ உண்டாகின்றன. இவை இரண்டுக்கும் இடையே நடுத்தர ஆழங்களில் மேக்மா இறுகுவதால் இடைநிலை ஆழப்பாகங்களிலும் (Hypobyssal) உண்டாகின்றன.

நுழைவுப் பாறைகள், வெளி உமிழ்வுப் பாறைகள் ஆகியவற்றின் கனிமக்கூட்டமைவு (Composition) மேக்மாவின் வேதியியல் கூட்டமைவைப் பொருத்தது.

எல்லா மேக்மா வியப் பாறைகளும் அவற்றிலுள்ள சிலிகான் ஆக்சைடின் அளவைப் பொருத்து நான்கு வகுப்புகளாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன: அமிலப் பாறைகள்- SiO_2 65—75 %; சராசரியான தணற் பாறைகள் (Igneous Rocks)— SiO_2 55—65 %; காரப் பாறைகள் (Basic Bocks) 45—55% SiO_2 ; மிகு காரப் பாறைகள் (Ultrabasic Rocks) 45 % க்கும் குறைந்த அளவு SiO_2.

அமிலப் பாறைகளில் மிகுதியான சிலிகா இருப்பதால் எஞ்சிய அளவு சிலிகாகுவார்ட்ஸ் உருவத்தில் வெளியாகிறது. சராசரியான தணற் பாறையில் சிலிகாவின் அளவு ''கேட் அயான்களின்'' (Catiou) அளவுக்குச் சமமாக இருக்கும்; ஆகவே, அங்கு சாதாரணமாக குவார்ஸ் இருப்பதேயில்லை; அல்லது மிகக் குறைந்த அளவில் உள்ளது. காரப் பாறைகளில் சிலிகா அளவு 'கேட் அயான்' களின் அளவுக்கு மிகவும் குறைவாகவே இருக்கிறது. இவை ஆலிவீனையும்,

மிகவும் குறைந்த அளவு சிலிகான் ஆக்ஸைடு உடைய சிலிகேட் வகுப்புக் கனிமங்களையும் கொண்டுள்ளன. மிகுகாரப் பாறைகளில் சிலிகாவின் அளவு மிகவும் குறைந்தது. ஆலிவின், பைராக்சின் போன்ற, குறைந்த சிலிகா அளவுடைய கனிமங்கள் இப் பாறை களில் மிகுதியாக உள்ளன.

மேக்மாப் பாறைகள் அமைப்பாலும், நுண்இழைமையாலும் ஒன்றுக்கொன்று வேறுபட்டுள்ளன; ஏனெனில், இவை உண்டான போது வெவ்வேறு பௌதிக—வேதியியல் சூழ்நிலைகள் இருந்தன.

புவியின் ஆழமான பாறைப் படலங்களில் மேக்மா வெப்பமும் அழுத்தமும் மெதுவாகக் குறைவதற்கு ஏற்பவும் படிகங்களின் ஆக்கத்தைத் தூண்டக்கூடிய ஆவியாகும் பொருள்கள் (கனிம ஊட்டிகள் (mine ralisers) தோன்றுவதற்கு ஏற்பவும் மெதுவாக இறுகுகிறது. இதனுல் முற்றிலும் படிகங்களாலான பாறைகள் (நிறைபடிகவயமான, holocrystalline) உண்டாகின்றன.

புவிமேற் பரப்பில் மேக்மா 'லாவா' உருவில் வெளிவரும் போது வெப்பமும் அழுத்தமும் விரைவாகக் குறைவதால் கனிம ஊட்டிகள் அதிகமாக இருப்பதில்லை; படிகங்கள் உண்டாவதற்குத் தடையான சூழ்நிலைகள் ஏற்படுகின்றன. இதனுல் படிம (glassy) அல்லது நுண்படிகவயப் (microcrystalline) பாறையே உண்டாகிறது. இதன் நுண் படிகங்களை நுண்நோக்கி (micros cope) கொண்டே பார்க்கமுடியும். இதற்குப் புலனுகா (apha-netic) அமைப்பு என்று பெயர். மேலும் திரள் படிக அமைப்பும் (Porphysitic) புறஉமிழ்வுப் பாறைகளில் தகை சால்பாய் உள்ளன; இந்த அமைப்பில் பெரிய நல்ல படிகங்கள் சிறுசிறு படிகங்களாலோ அல்லது நுண்மணிப் பாறைப் பகுதியாலோ சூழப்பட்டுள்ளவாறு இருக்கும். (படம் 21)

திரள் படிக அமைப்பும், ஓரளவுக்கு **நுண்படிக அமைப்பும், புலனுகா அமைப்பும்** இடைநிலை ஆழப் பாறைகளுக்குத் தகைசால் பானவை.

மேக்மாப் பாறைகள் முக்கியமாக திண்மவய (massive) அல்லது கெட்டியான நுண்இழைமையைப் பெற்றுள்ளன. (உள் நுழை, வெளி உமிழ் பாறைகள்); அல்லது புரையுடைய அமைப்பு புற உமிழ் பாறைகளில் மட்டும் பாறை இறுகும் போது வாயுக்கள் வெளியேறுவதால் காணப்படுகிறது.



படம் 21. பார்பைரைட். திரள்படிக அமைப்பு.

இதனுல், பாறைகளின் அமைப்பு, நுண் இழைமை ஆகிய வற்றைக் கொண்டே அவை எந்த நிலைமைகளில் உண்டாயின என்பதைச் சொல்ல முடியும்.

பாறையின் நிறம் தணற் பாறைகளைக் கண்டுகொள்ள உதவு கிறது; பாறை நிறம் வெளிர்நிறமான சிலிகேட்டுகளுக்கும் (Felspars) கருநிற சிலிகேட்டுகளுக்கும் (Ferromagnesian அய-மெக்னீஷிய வயமானவை). இடையேயுள்ள விகிதத்தைப் பொருத்திருக்கிறது.

மேக்மாப் பாறைகளைக் கண்டுகொள்வதற்கு அவற்றைக் கையில் எடுத்த உடனே சுமாரான அடர்வெண்ணைத் தெரிந்து கொள்ளும் ஆற்றல்தேவை. அமிலப் பாறைகளின் அடர் வெண் 2.5—2.7; மிகுகாரப் பாறைகளின் அடர் வெண் 3.1—3.25.

வெற்றுக் கண்ணுல் மேக்மாப் பாறைகளைப் பொதுவாகத் தான் தெரிந்து கொள்ளலாம்; சரியாகத் தெரிந்து கொள்ள நுண் ணோக்கியைப் பயன்படுத்தவேண்டும்.

முக்கிய தணற் பாறைகளை வெற்றுக் கண்ணுல் கண்டுகொள்ள உதவியாக இருக்குமாறு வரிசையாக அமைத்துக் காட்டும் அட்ட வணையொன்றை (அட்டவணை 3) சோவியத் பேராசிரியர் A. பேவ் லோவ் (Pavlov) அமைத்துள்ளார்.

இந்த அட்டவணையைக் கொண்டு கீழ்வருமாறு மேக்மாப் பாறைகளைக் கண்டுகொள்ளலாம்:

அட்டவணை—3

முக்கிய மேக்மாப் பாறைகள்—(A. பேவ்லோவைப் பின்பற்றியது)

அமிலத் தன்மை	SiO_2 %	அமிலத் தன்மையைக் காட்டும் தனிமம்	கருமையான சிலிகேட்டுகள்	வெளிர்-நிற சிலிகேட்டுகளையுடைய பாறைகள்: ஆர்த்தோ கிளேஸ் உடையவை	வெளிர்-நிற சிலிகேட்டுகளையுடைய பாறைகள்: நெபிலின் உடையவை	வெளிர்-நிற சிலிகேட்டுகளையுடைய பாறைகள்: பிளேஜியோ கிளேஸ் உடையவை	வெளிர்நிற சிலிகேட்டுகள் இல்லாத பாறைகள்
அமிலப் பாறைகள்	65—75	குவார்ட்ஸ்	பையோடைட் ஹார்ன் பிளெண்டு ஆகைட்	லிபாரைட் குவார்ட்ஸ் பார்பைரி **கிரானைட்**		டேஸைட் குவார்ட்ஸ் பார்பைரைட் குவார்ட்ஸ் **டையோரைட்***	
சராசரியான தணற் பாறைகள்	55—65		ஹார்ன் பிளெண்டு பையோடைட் ஆகைட்	ட்ரேகைட் ஆர்த்தோ பையர் **சையனைட்**	**நெபிலின் சையனைட்†**	ஆண்டீஸைட் பார்பைரைட் **டையோரைட்**	—
காரப் பாறைகள்	<45	ஆலிவின்	ஆகைட்				**டியூனைட் பெரிடோடைட் பைராக்ஸினைட்**

* குவார்ட்ஸ் டையோரைட்டிலும் அதன் வெளி உமிழ் வகைகளிலும் ஓரளவு தனி குவார்ட்ஸ் இருந்தாலும் SiO_2-ன் சதவீதம் குறைவாக உள்ளதால் (63%) குவார்ட்ஸ் டையோரைட் சராசரியான தணற்பாறை வகுப்புக்கு அருகே வைக்கப்படுகிறது. குவார்ட்ஸ் பையோரைட்டிலும் குறைந்த அளவு சிலிகான் ஆக்ஸைடு இருப்பது அதில் 'கார பிளேஜியோ கிளேஸ்' (Basic plagioclase) இருப்பதைக் காட்டுகிறது

† தற்காலக் கருத்துப்படி நெபிலீன் சையனைட்டும் அதன் வெளி உமிழ் வகைகளும் இரண்டு தனித்தனி ஆல்கலி பாறை வகுப்புகளாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன. (SiO_2 50%)

1. பாறையின் அமிலத் தன்மையைத் தெரிந்து கொள்ளும் முறை. குவார்ட்ஸை உடைய (SiO_2) பாறையை அமிலப்பாறை எனலாம் (நிரலணி 3) ஆலிவீனையுடைய—$(Mg, Fe)_2 SiO_4$ பாறை மிகுகாரப் பாறை எனலாம்.

சராசரியான தணற்பாறைகளையும் காரப் பாறைகளையும் தெரிந்து கொள்வது சற்று கடினம். இவற்றில் குவார்ட்ஸ், ஆலிவின் ஆகிய கனிமங்கள் ஒரு சிறிது இருந்தாலும் இருக்கும், இல்லாமலும் போகும், அப்போது இவற்றைப் பாறை-நிறத்தைக் கொண்டு தெரிந்து கொள்ள வேண்டும். வெளிர்-நிறக் கனிமங்கள் அல்லது படிகமாகாத பொதி பொருள் (Ground-mass) சராசரி தணற் பாறைகளையும், கருநிறப் பாறைகள் காரப் பாறைகளையும் காட்டும். இது தணற் பாறைகளில் நிறம் பரவியுள்ளதன் பொது விதிக்கு ஏற்பவே உள்ளது. அமிலப் பாறைகளிலிருந்து மிகுகாரப் பாறைகளுக்குப் போகப்போக வெளிர்-நிறத்தில் தொவங்கிமெதுவாகக் கருமை அதிகரிப்பதைக் காணலாம்.

2. ஒரு பாறையில் வெளிர்-நிறமான கனிமத்தைக்கண்டதும் அதை 5,6 அல்லது:7-ம் நிரலணியில் (Columintable) வைக்கலாம். வெளிர் நிறக் கனிமமே இல்லாத பாறையை 8-ம் நிரலணியில் வைக்கலாம்.

துவக்கப் படிக நிலை (cryptocrystalline) அல்லது புலனுகா அமைப்புடைய பாறைகளிலுள்ள வெளிர் நிறக் கனிமத்தைக் கண்ணால் தெரிந்து கொள்வது கடினம்.

3. ஒரு பாறையில் அமிலத்தன்மையைக் கண்டுகொண்டதும், அதில் ஒரு வெளிர் நிறக் கனிமத்தைக் கண்டுகொண்டால் அட்டவணையிலுள்ள ஒரு கட்டத்தைத் தேர்ந்தெடுக்கமுடியும். எடுத்துக் காட்டாக, பிளேஜியோகிளேஸ் உள்ள ஒரு சராசரி தணற்பாறையைத் தெரிந்துகொண்டதும், ஆண்டிஸைட், பார்பைரைட், டையோரைட் அடங்கிய கட்டத்தைத் தேர்ந்தெடுக்கலாம். ஒரே மேக்மாவிலிருந்து உண்டான இந்தப் பாறைகள் அனைத்தும் ஒன்று போன்ற கூட்டமைவை உடையன. இவற்றின் வேறுபாடுகள் மேக்மா எச் சூழ்நிலைகளில் இறுகியதோ அதைப் பொருத்தே அமைகின்றன.

அட்டவணையில் தடிப்பாக அச்சிடப்பட்டுள்ள பாறைப்பெயர்கள் ஆழ் தணற்பாறைகளையும் (நுழைவுவகை), சாதாரணமாக

அச்சிடப்பட்டுள்ளவையும், சாய்ந்தஅச்சில் உள்ளவையும், வெளி உமிழ் பாறைகளையும் (effusive) குறிப்பிடுகின்றன. நடுத்தர—ஆழப்பாறைகளின் பெயர்களும் சாய்வாக அச்சிடப்பட்டுள்ளன.

4. பாறையின் அமைப்பைத் தெரிந்துகொள்வதால் அவற்றை உள்நுழைவுப் பாறை என்றும் வெளிஉமிழ்வுப் பாறை என்றும் வகைப்படுத்தலாம். பாறை நுழைவுத் தன்மையதானல் அதன் பெயரை உடனே கண்டுபிடித்து விடலாம். (எ. கா. டையோரைட்). வெளிஉமிழ்வுத் தன்மையதானல் மேலும் கவனிக்க வேண்டும்.

5. வெளிஉமிழ்வுப் பாறைகளின் மாறுபாட்டு அளவு அவற்றின் நுண் இழைமையில் முக்கியமான தனித்தன்மைகளைக் காட்டிக் கொடுக்கின்றன; கனிமவயக் கூட்டமைவும் ஓரளவுக்கு இதற்கு உதவியாய் உள்ளன. அதிக அளவில் மாறுபட்டவற்றைப் பண்டைய வகை (poleo type) என்றும்; மாறுபாடே இல்லாத புதிதாகக் காட்சியளிக்கும் பாறையைப் புதுவகை (neo type) என்றும் பார்த்தவுடன் கண்டுகொள்ளலாம். புதிய வகைகளைச் சாதாரணமாகவும், பழைய வகைகளைச் சாய்ந்த அச்சிலும் அட்டவணையில் காணலாம்.

புதியவகைப் பாறைகளின் நுண்இழைமை சாதாரணமாக பொரைத்தன்மையுடனும், பழைய வகைப் பாறைகளின் நுண் இழைமை கெட்டியானதாயும் இருக்கும். படிகவயப் பொதிபடிகங்கள் (phenocrysts) இருக்குமானல், பழையவகைப் பாறைகளில் பெரிதும் நசிவடைந்தவாறு காணப்படுகின்றன. வெளிர்-நிற சிலிகேட்டுகள் கெயோலினைட்டாக (kaolinite) மாறிவிடுகின்றன. பலவகையான வேதியியல் கிளர்வுகளின் காரணமாகப் பொதிப் பொருளின் நிறமும் அடிக்கடி மாறுபடுகிறது. பழையவகைப் பாறைகளில் கருமை நிறம் அதிகமாகக் காணப்படும்.

6. நான்காம் நிரலணியில் ஒரு குறிப்பிட்ட அமிலத்தன்மையுடைய பாறை வகுப்புக்களில் மிகவும் அடிக்கடி காணப்படும் கருநிற சிலிகேட்டுகளின் பெயர்கள் உள்ளன. ஒரு வகுப்பு அல்லது மற்றதில் அவற்றின் முக்கியத்துவத்துக்கு ஏற்ப அவற்றை அட்டவணையில் மேலிருந்து கீழாக வரிசைப்படுத்தியுள்ளதைக் காணலாம். அமிலப் பாறைகளில் பையோடைட் சாதாரணமாக உள்ளது. ஹார்ன்பிளெண்டு அதைவிடக் குறைந்து காணப்படுகிறது. ஆகைட் இதற்கும் குறைவாகக் காணப்படுகிறது.

கருநிறக் கனிமங்களின் குணங்களைத் தெரிந்து கொண்டபிறகு தணற்பாறைகளை முழுமையாகத் தெரிந்துகொண்டதாகக் கொள்ளலாம்.

அட்டவணையில் தகைசால்பான சில முக்கியப் பாறைகளின் பெயர்கள் மட்டுமே உள்ளன. இயற்கையில் இவற்றுக்கு இடையே வேதியியல் கூட்டமைவுகளைக் கொண்ட பல பாறைகள் உள்ளன. இவற்றுள் சாதாரணமானவற்றை விவரிப்போம்:

மிகுகாரப் பாறைகள் : இவை நிறை-படிக நுழைவுப் பாறைகள். இவை உயர்ந்த அடர்வெண் உடையவை. (3.25). வேதியியல் கூட்டமைவே இதற்குக் காரணம். ஆலிவினும் பைராக்ஸீன்களும் மிகுகாரப்பாறைகளை ஆக்குகின்றன. இப்பாறைகள் இவற்றைத்தவிர மற்ற சிலிகேட்டு வகுப்புக் கனிமங்களைப் பெற்றிருப்பதில்லை. இவ்வகைப் பாறைகளில் முக்கியமான மூன்றைக் குறிப்பிடுவோம்.

பெரிடோடைட் : பெரும்பாலும் ஆலிவினால் ஆனது. பைராக்சின்களும் பேரளவில் உள்ளன.

டியூனைட் : பெரும்பங்கு ஆலிவினால் ஆனது. சிறிதளவு குரோமைட்டும், மேக்னடைட்டும் உள்ளன. இதில் இயல்தனிம ப்ளேடினம் இருப்பதுண்டு.

பைராக்ஸினைட்: பைராக்ஸின்கள் முக்கியமானவை. சிறிதளவு ஆலிவினும் உள்ளது. பெரிடோடைட்டுகளும், பைராக்ஸினைட்களும், இரும்பு, குரோமியம், நிக்கல் தாதுக்களை உடையன.

காரப் பாறைகள் : பைராக்ஸின்களும் (ஆகைட்) பிளேஜியோகிளேசுகளும் (அனார்த்தைட்டுக்கு அருகே உள்ளவை, அடிக்கடி லேப்ரோடோரைட்) காரப்பாறைகளை ஆக்கும் முக்கியகனிமங்கள். இவற்றுடன் ஹார்ன்பிளெண்டும், அவ்வப்போது ஆலிவினும் இருக்கக்கூடும். கருநிறக் கனிமங்கள் பாறையைக் கரு நிறமாக்குகின்றன. கருஞ்சாம்பல் நிற பிளேஜியோகிளேஸ் கனிமங்கள் இப் பின்னணியில் பதிந்துள்ளன. கேப்ரோ, பஸால்ட், டையாபேஸ் ஆகியவை இப் பாறை வகுப்பில் உள்ளன ;

கேப்ரோ: நிறை-படிகவய நுழைவுப்பாறை. இது கரும் பைராக்சின் (ஆகைட்) அல்லது ஹார்ன்பிளெண்டு வெளிர்நிற பிளேஜியோகிளேஸ் ஆகிய படிகங்களாலானது. இதில் லேப்ரடோரைட் எனப்படும் அழகான பச்சை நீலநிற-அணியை உடைய (play of

colours) பிளேஜியோகிளேஸ் அதிகமாக இடம்பெறுகிறது. முழுதும் லேப்ரடோரைட்டாலான லேப் ரடோரைடைட் (labradoritite) கேப்ரோ வகையிலொன்று. கேப்ரோ வயப்பாறைகளில் டிடானியம்-மாக்னடைட், செப்புத்தாதுப் படிவுகள் உள்ளன. பஸால்ட், டையபேஸ் ஆகியவை கேப்ரோவின் வெளி-உமிழ் வகைகள்.

பசால்ட் : நுண் படிகவய அல்லது துவக்கப்படிகவய அமைப்புடைய கரும்பாறை-இதில் சாதாரணமாக ஆகைட். பிளேஜியோ கிளேஸ், ஆலிவீன் ஆகியவற்றின் சிறிய படிகங்களுக்கு அருகருகே படிகமாகாத படிமப்பொருள் உள்ளது. ஆகைட்டும் ஆலிவீனும் கருமையான இப்பொதி காரைப் பின்னணியில் பளபளப்பான பொதிப்படிகங்களாக அமைவதுண்டு.

டையாபேஸ் : (diabase) பஸால்ட்டைப் போலவே அமைப்பையும் கனிமவயக் கூட்டமைவையும் பெற்றுள்ளது. ஆனுல் இரண்டாந்தர மாறுபாடுகளின் விளைவாக ஆலிவீன், பைராக்ஸீன் ஆம்பிபோல் ஆகியவை பச்சை ஹார்ன்பிளெண்டு, சர்பென்டின், குளோரைட் ஆக மாறுகின்றன. இதனுல் பாறை கரும் பசுஞ் சாம்பல் நிறத்தைப் பெறுகிறது.

நடுத்தரத் தழற்பாறைகள் (Average igneous rocks). இவற்றில் கருமையான கனிமங்களைவிட வெளிர்-நிறக் கனிமங்கள் அதிகமாக உள்ளன. கருமையான சிலிகேட்டுகளில் பையோடைட், ஹார்ன் பிளெண்டு, மற்றும் அவ்வப்போது ஆகைட் ஆகியவை தகைசால் பானவை. இந்தக் கனிம விகிதம் இவ்வகைப் பாறைகளுக்கு வெளிர்-நிறத்தைத் தருகின்றன. இந்த வெளிர்நிறப் பொதி காரையில் கருநிறப் பொதிப்படிகங்கள் எடுப்பாகத் தெரிகின்றன.

டையோரைட் (Diorite) நிறை படிகவய நுழைவுப்பாறை வெளிர்நிறக் கனிமங்கள் ஆண்டிசைட் ஆலிகோகிளேஸ் போன்ற பிளேஜியோகிளேஸ்களால் ஆனவை. பாறை இதனுல் வெளிர் சாம்பல் அல்லது பசுஞ்சாம்பல் நிறத்தைப் பெறுகிறது ; இதுவே கருநிறப் பொதிப்படிகங்களுக்குப் பின்னணியாக அமைகிறது. இதன் கருநிறக் கனிமம் ஹார்ன்பிளெண்டு சில டையோரைட்டுகள் குவார்ட்சைப் பெற்றிருப்பதால் குவார்ட்ஸ் டையோரைட் என்று பெயர் பெருகின்றன. ஈயம், துத்தம், செப்பு சல்பைடுகளின் வணிகவயத் தாதுப்படிவுகள் டையோரைட்டுகளில் உள்ளன. டையோரைட்டுகள் சுண்ணப்பாறைகளைத் தொட்டாற் போலுள்ள இடங்களில் "ஸ்கார்ன் இரும்புத் தாதுக்கள்" (skarn-iron ore) உள்ளன.

டையோரைட்டின் வெளி உமிழ்வு வகைகள் ஆண்டிசைட், பார்பைரைட் குவார்ட்ஸ் டையோரைட்டின் வெளி உமிழ்வு வகைகள் டேசைட் (dacite), குவார்ட்ஸ் பார்பைரைட்.

ஆண்டிசைட் (Andesite): பொதிப் படிகவய அமைப்புடையது porphyritic structure). துவக்கப்படிகவய பொதிகாரை புரைத் தன்மையுடையது ; வெளிர்-சாம்பல் அல்லது வெளிர்-பழுப்பு நிற முடையது, நடுநிலை பிளேஜியோகிளேஸ் ஆண்டிசின் ஹார்ன் பிளெண்ட் ஆகைட் ஆகியவற்றின் பளபளப்பான பொதிப்படிகங் கள் இதில் எடுப்பாக உள்ளன.

பார்பைரைட் (Porphyrite): ஆண்டிசைட்டைப்போல் அமைப் பையும், கனிமக் கூட்டமைவையும் உடையது. இது ஆண்டிசைட் டின் பழையவகை ஒப்பு (analogue) பார்பைரைட் சற்று கெட்டி யான நுண் இழைமை உடையது ; வெ஁ளிர்) கண்ணாடி போன்ற அல்லது புலனாகா பொதிப் பொருளில் சிறிதளவு பெல்ஸ்பார், குவார்ட்ஸ், பையோடைட் பொதிப்படிகங்கள் உள்ளன. பொதி காரையின் நிறம் சற்று கருப்பானது; பிளேஜியோகிளேஸ் பொதிப் படிகங்கள் அவ்வளவு நன்றாகப் பாதுகாக்கப்பட்டிருப்பதில்லை. இவை தம் கண்ணாடி மிளிர்வை இழந்து மண் மிளிர்வுடன் காணப் படுகின்றன.

சையனைட் (Syenite): ஒரு நுழைவுப்பாறை இதன் முக்கிய கனிமங்கள் சோடா-பொட்டாஷ் பெல்ஸ்பார்கள் (ஆர்த்தோ கிளேசு, மைக்ரோகிளைன்) ஹார்ன்பிளெண்டு சுமாரான அளவில் உள்ளது; ஹார்ன்பிளெண்டின் இடத்தில் அவ்வப்போது ஓரளவுக்கு பையோடைட், ஆகைட் ஆகிய கனிமங்கள் உள்ளன. இது நிறை-படிக வயமானது; வழக்கமாக நடுத்தர மணித்துகள் அளவுடையது.

சையனைட்டின் வெளி உமிழ்வு வகைகள் டிரேகைட், ஆர்த் தோபையர்.

டிரேகைட் (Trachyte): வெளிர்-மஞ்சள் அல்லது வெளிர்-சிவப்பு நிறமும் புரைமையுமுடைய பாறை. இது திரள் படிகவய அமைப்பு உடையது. சேனிடின் (Sani dine) திரள் படிகங்களாக உள்ளது; இது ஆர்த்தோ கிளேசின் தெளிவான ஒளிபுகு வகை. கருநிறமான மற்ற திரள் படிகங்களும் எப்போதாவது காணப்படு கின்றன.

ஆல்கலிபாறைகள் (Alkaline Rocks): இவற்றின் சிலிகான் ஆக்சைடு சதவீதம் குறைவாக உள்ளது (40—50 சதவீதம்) ஆல்கலிகள் சுமார் 20 % வரை உள்ளன.

நெபிலின்-சையனேட்; பருவெட்டான நுழைவுப் பாறை. இதன் முக்கிய ஆக்கக் கூறுகள் ஆல்கலி பெல்ஸ்பார்களும் நெபிலினும். நெபிலினை அதன் சீரற்ற முறிவினாலும் எண்ணெய் மிளிர்வினாலும் தெரிந்து கொள்ளலாம். கருமையான கனிமங்களில் ஆல்கலி ஆம்பிபோல்களும் பைராக்சின்களும் இப்பாறையில் உள்ளன. நெபிலின் சையனேட்டின் வெளி உமிழ்வு வகை அரிதாகவே உள்ளது.

அமிலப்பாறைகள் (Acid Rocks) எல்லா அமிலப் பாறைகளிலும் தகைசால்பாக குவார்ட்ஸும்,பேளரவு பெல்ஸ்பார்களும் (ஆர்த்தோகிளேஸ்) உள்ளன. இதனால் இப்பாறைகள் வெளிர் நிறத்தைப் பெறுகின்றன; குறைந்த அடர்வெண் உடையன (சுமார் 2.7)

கிரேனைட் (Granite): நிறைபடிகவய நுழைவுப் பாறை; பொதுவாக நடுத்தர மணிவயமானது; அவ்வப்போது பருவெட்டாகவும் (Coarse) நுண்மணிவயமானதாயும் இருப்பதுண்டு . இதில் உள்ள பாறை-ஆக்குக் கனிமங்கள் குவார்ட்ஸ், சாதாரண பொடாஷ் பெல்ஸ்பார் (ஆர்த்தோகிளேஸ், மைக்ரோகிளேன்); அவ்வப்போது அமில பிளேஜியோகிளேசும், பையோ-டைட்டும்கூட இருப்பதுண்டு. பையோடைட்டுக்குப் பதிலாக சில பாறைகளில் மஸ்கோவைட் அல்லது, ஹார்ன்பிளெண்டு அல்லது ஆகைட் இருப்பதுண்டு.

அளவு முறையில், சாதாரண பொடாஷ் பெல்ஸ்பார் பெரும் பங்கு கொள்கிறது, சிலபோது இதற்குப் பதில் சிறிதளவு பிளேஜியோகிளேசும் இருக்கும். கனிமப் பிளவினாலும் கண்ணாடி மிளிர்வினாலும் மாமிசச் சிவப்பாக உள்ள (வெள்ளை அல்லது சாம்பல் மஞ்சள்)நிறத்தாலும், பெல்ஸ்பார்களை எளிதில் தெரிந்து கொள்ளலாம். குவார்ட்ஸ், நிறமற்ற அல்லது புகை-சாம்பல் (கருப்பும்கூட) நிறமுடைய சீர் உருவமற்ற எண்ணெய் மிளிர்வும், சீரற்ற அல்லது சங்குமுறிவும் கொண்ட மணித்துகள்களாக இதில் உள்ளது. கிரேனைட்டில் பையோடைட்டுடன் மஸ்கோவைட்டும் இருந்தால் அதை இரட்டை கிரேனைட் (Binery Granite) என்பர்.

மேக்மா-அறையிலிருந்து வெளியே வந்து வெடிப்புக்களினூடே நுழையும் சூடான வாயுக்களும் எளிதில் ஆவியாகும் கூட்டுப்

பொருள்களும் கிரேனைட்டை கிரைசென் (Greisen) எனப் படும் பெல்ஸ்பார்-அற்ற குவார்ட்ஸ்-மைகாவயப் பாறையாக மாற்றுவதும் உண்டு. இத்தகையப் பாறைகளில் வெள்ளீயமும், டங்ஸ்டனும், அவ்வப்போது, மாலிப்டீனமும், ஆர்சீனிக்கும் உள்ளன.

கிரேனைட்டின் வெளி உமிழ்வுப் பாறைவகைகள் லிப்பாரைட் (liparite), குவார்ட்ஸ் பார்பைரி (Quartz Porphyry).

லிப்பாரைட்: திரள்படிகவய—அல்லது புலனுகா-அமைப்புடையது. இதில், வெளிர் நிறமான (அவ்வப்போது வெள்ளை) கண்ணுடி போன்ற அல்லது புலனுகா பொதிப்பொருளில் சிறிதளவு பெல்ஸ்பார், குவார்ட்ஸ், பையோடைட் பொதிப்படிகங்கள் உள்ளன.

குவாட்ஸ்பார்பைரி: மாற்றப்பட்ட லிப்பாரைட், இதன் பொதிப் பொருள் கெட்டியானது; பழுப்பு, பழுப்பு—மஞ்சள், சாம்பல் நிறமானது; பெரிதும் சிதைவுற்ற ஆர்த்தோகிளேஸ் பளபளப் பான குவார்ட்ஸ் படிகங்களைப் பொதிப்படிகங்கள் காணப்படுவதில்லை.

A. பாவ்லோவின் அட்டவணையில் உள்ள பாறைப் பெயர்களைத் தவிர மேக்மா சம்பந்தப்பட்ட ஒரு சில பாறைகளையும் குறிப்பிடலாம்.

பெக்மடைட்டுகள் (Pegmatites): மேக்மா இறுகிப் படிகமாகி வரும்போது கடைசியில் உண்டாகும் தாரைப் பாறைகள். இவற்றை ஆக்கும் மேக்மா எச்சப் பொருளில் எளிதில் ஆவியாகும் பொருள்கள் நிறைந்துள்ளன. அமிலவய கிரேனைட் மேக்மாக்களைச் சேர்ந்த பெக்மடைட்டுகள் மிகச் சாதாரணமானவை. இவை புலனுகு படிகவய அமைப்பைச் சால்பாகப் பெற்றுள்ளன. சிலபோது, இவற்றின் கனிமப்பிளவுகளில் குவார்ட்ஸ் பெல்ஸ்பார் படிகங்கள் பின்னியவாறு வளர்ந்துள்ளதைக் காணலாம். இது பண்டைய ''ஹைரோகிளிபிக்ஸ்'' எனப்படும் எகிப்திய எழுத்தைப் போல் காட்சிதரும். இவ்வகை பெக்மடைட்டை ''கிரேபிக் கிரேனைட்'' (graphic granite) (படம் 22) என்பர்.

பெக்மடைட்டுகளில் பெல்ஸ்பாரும் குவார்ட்ஸுமே முக்கியமாகஉள்ளன; இவற்றில் அவ்வப்போது மைகாவும் உள்ளது. இப் பறைகளில் பெல்ஸ்பார், மைகா, குவார்ட்ஸ் பலஅரிய கனிமங்கள், கதிரியக்கக் கனிமங்கள் ஆகியவற்றின் தாதுக் குவைகள் உள்ளன.



படம் 22. பெக்மடைட் (கிராபிக் கிரேனைட்)

ஆப்சிடியன் (Obsidian) அல்லது **எரிமலைக் கண்ணடி**. இது ஒரு படித்தான, படிகமற்ற திண்மம்; இது பலவிதமான கூட்டமைவை உடையது. சாதாரணமான ஆப்சீடியன்கள் அமிலவய எரிமலைக் குழம்புகள் (lava) இறுகியதால் உண்டானவை. இவை பெரும் பாலும் கருப்பானவை. கண்ணடி மிளிர்வும் சங்கு முறிவும் உடையவை.

பியூமிஸ் (Pumice) புரைமை மிக்க அபடிகவயப் பாறை; இது வாயுக்கள் நிறைந்த எரிமலைக் குழம்புகளின் இயக்கத்தால் உண் டானது. இது புரைமை அமைப்பு உடையதாகையால் தாழ்வான அடர்வெண் உடையது. இது நீரின் மேல் மிதக்கும் எரிமலை இயக்கத்தினுல் தீவுகு (Pyroclastic) பாறைகள் எனப்படும் ஒரு வகுப்பைச் சேர்ந்த பாறைகளும் உண்டாகியுள்ளன. எரிமலைகள் வெளி உமிழும்போது நுண்ணிய பாறைக் குழம்புத் துளிகளும், பாறை உகு பொருள்களும், துகள்களும், நீராவியும், வாயுக்களும் காற்றில் தூவப்படுகின்றன. இத்தகைய பொருள்கள் உதிரியாக ஒன்றுசேர்ந்து படியும்போது எரிமலைச் சாம்பல் அல்லது எரிமலை மணல்(துகள்அளவுக்கு ஏற்ப பெயர்பெறும்) உண்டாகிறது. பெரிய துகள்கள் 'லேப்பில்லி' (lapilli சிறிய கற்கள்) எனப்படுகின்றன. பெரியவை எரிமலைக் குண்டுகள் (Bombs) எனப்படுகின்றன. எரிமலைச் சாம்பலும் எரிமலை மணலும் காரையால் ஒன்ருகப் பிணைக்கப்பட்டுள்ளதை எரிமலைச் சாம்பல் (Volcamictuff) என்பர்; இதில் பெருந்துகள்களும் இருப்பதுண்டு.

படிவுப் பாறைகள் (Sedimentary Rocks)

மேக்மாப் பாறைகளுக்கு மாருக, படிவுப் பாறைகள் கல்மண்டலத்தின் மேல் பரப்பில் நீர், காற்று, உயிர்மங்கள் ஆகியவற்றின் இயக்கத்தால் உண்டாகின்றன.

கல்மண்டலத்தின் உட்பகுதி ஏறத்தாழ முற்றிலும் மேக்மாப் பாறைகளாக இருக்கையில் அதன் மேற்பரப்புப் பொருள்களில் 70 சதவீதம் படிவுப் பாறைகளால் ஆகியுள்ளது. படிவுப் பாறைப் போர்வை பொதுவாகத் தடிப்பானது அல்ல. சில இடங்களில் சில இருபது அல்லது நூறு மீட்டர் தடிப்பு உடையது; ஆனுல் புவிப் பொருக்கில் மற்றும் சில பகுதிகளில் படிவுப் பாறைகள் 15—20 கி.மீ. தடிப்பு உடையன.

இப்பாறைகள் உதிரியான நிலேயிலும் கெட்டியான அல்லது திண்ம நிலேயிலும் உள்ளன. உதிரியான படிவுப் பாறைகள் உலர்ந்தவாறு உள்ளன; எடுத்துக்கட்டாக மணற்படிவு ஓர் உதிரியான படிவுப்பாறை. கெட்டியான உலர்ந்த நிலேயிலுள்ள களிமண் விரைந்து நீரை உறிஞ்சுகிறது.

படிவுப் பாறைகள் உதிரியாகவோ காரையால் பிணேக்கப்பட்டோ (cemented) இருக்கின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, மணல் மணற்பாறையாக மாறலாம்; சரளேக்கற்கள் (gravel) உருள்கற்பாறையாக (conglomerate) மாறலாம். காரையால் பிணேக்கப்பட்ட பாறைகளில் காரைப் பொருளின் கூட்டமைவு, வலிமை, அடர்த்தி ஆகியவற்றைத் தெரிந்துகொள்ள வேண்டும், காரைப் பொருளின் கூட்டமைவு மாறுபடக்கூடும். இது பெரும்பாலும் பாறைத்துண்டுகளுக்கு இடையே ஓடும் நீரிலிருந்து வீழ்படிவாக உண்டாகும் பல்வேறு வேதியியக் கூட்டுகளால் ஆனது. இது (1) ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்தால் கிளர்வுறும் கால்ஷியவயமாகவோ, (2) கெட்டியான சிலிகாவயமாகவோ (சிலபோது மிளிர்வும் உடையது); (3) மஞ்சள், சிவப்பு, பழுப்பு நிறங்களேயும் உயர்ந்த அடர்வெண்ணேயும் உடையதும், அயவயமானதுமாகவோ, (4) எளிதில் நீரில் ஊறும் களிவயமாகவோ பலவாறு இருக்கும்.

உதிரியான படிவுப் பாறைகளின் புரைமையைத் தெரிந்து கொள்வது மிக முக்கியம்: இப்பாறைகளினூடே எந்த அளவுக்கு நீர்-எண்ணெய் ஆகியவை புகமுடியும் என்பதை இது காட்டும்.

பாறையின் வகைக்கு ஏற்ப புரைமை மாறுபடும். எடுத்துக் காட்டாக மணலின் புரைமை 28 முதல் 40 சதவீதம் (சராசரி 30-32 சதவீதம்) களிகளில் 50-55 சதவீதம். சில கடினமான ஒரு கனிமப் பாறைகளும் புரைமையுடையன; ஆனால், இவற்றில் புரைமை மிகவும் குறைந்த அளவில் உள்ளது. (எ. கா. சுண்ணப்பாறை)

பல படிவுப்பாறைகள் படல அடுக்கு அமைப்பு உடையவை. (stratified). ஒரு படலத்தின் அமைவு படிவு ஏற்படும்போது இருந்த சூழ்நிலைகளைப் பொறுத்தது. இச்சூழ்நிலையில் சிறிது மாற்றம் ஏற்பட்டாலும் படிவுப் பொருள்களிலும் மாற்றம் ஏற்படுகிறது. பாறையில் பலவிதமான படல அடுக்குகள்போல் தோன்றுவது இதனால்தான் (படம் 23) அடுக்குகளைக் கனிமத்தூள்களின் கூட்டமைவு, அளவு, அடர்த்தி ஆகியவற்றால், பிரித்தறியலாம். சில போது, இவற்றில் எல்லாக் குணங்களுமே, அதாவது, துகள்களின் கூட்டமைவு, நிறம், அடர்வு ஆகிய அனைத்துமே ஒரே சமயத்தில் அடுக்குக்கு அடுக்கு மாறுபட்டிருப்பதும் உண்டு.

படிவாக்கச் சூழ்நிலைகளைப் பொறுத்து நேரான (normal சமகிடையானவை), குறுக்கான, சாய்வான வடிவுகள் உள்ளதைக் காணலாம். சில படிவுப் பாறைகளில் அடுக்குகளே இல்லாமல் இருக்கலாம். எடுத்துக்காட்டாக, பவளத்திட்டை ஆக்கும் பவளப்



படம் 23. படிவுப்பாறைகளில் அடுக்கமைப்பு

பூச்சிகளாலும், தாவரங்களாலும் ஆக்கப்பட்ட கடலியல் சுண்ணப்படிவுகளில் இவ்வாறு உள்ளது-

பிறப்பின் அடிப்படையில், படிவுப் பாறைகளை மூன்று முக்கிய வகுப்புகளாகப் பிரிக்கலாம்.

1. நொறுங்கல் பாறைகள் (clastic rocks) இவை சிதைவுற்ற பாறைகளின் துகள்கள் மீண்டும் ஒன்ருகத் திரள்வதால் உண்டாகின்றன.

2. வேதியியல் பாறைகள் (chemical rocks) கரைசல்களிலிருந்து வீழ்படிவுகளாக உண்டானவை,

3. உயிர்மத் தோற்றப் பாறைகள் (organogenic rocks), இவை உயிர்மங்களின் வாழ்வியக்கத்தால் உண்டானவை.

மேக்மா வயப்பாறைகளைப்போலவே படிவுப் பாறைகளை அடையாளம் தெரிந்து கொள்ளும்போதும், கனிமக் கூட்டமைவையும், அமைப்பையும் கவனிக்கவேண்டும். கனிமக்கூட்டமைவைக் கொண்டு, வேதியியல் வகை, மற்றும் உயிர்மத்தோற்றப் பாறைவகை ஆகிய இரண்டையும் தெரிந்துகொள்ளலாம். ஆனல், நொறுங்கல் பாறைகள் பல்வேறு கனிமங்களையும் பாறைகளையும் கொண்டுள்ளன, படிவுப்பாறைகளின் ஆக்கப்பாங்கை அவற்றின் அமைப்பால் அறியலாம். இது முக்கியமாக கனிமத் துகள்களின் அல்லது படிகங்களின் அளவு, உருவம், நுண் இழைமை ஆகியவற்றை அடிப்படையாகக் கொண்டது.

மிகச் சாதாரணமான சில படிவுப் பாறைகளின் சொல் விளக்கத்தைக் கீழே காணலாம் ;

நொறுங்கல் பாறைகள்

துண்டுகளின் அளவுக்கு ஏற்ப இவற்றைக் கீழ்க்காணும் வகுப்புகளாகப் பிரித்துள்ளனர்.

1. உருள்கல் - நிறைபாறை (rudaceous or psephitic) 2 மில்லி மீட்டருக்கும் அதிகமான விட்டமுடைய பாறைத்துண்டுகளை உடையது.

2. மணல்-நிறை (arenaceous or psammitic) பாறைகள் 0·05 முதல் 2 மில்லி மீட்டர் வட்டமுடைய பாறைத்துண்டுகளை உடையவை.

3. நுண் துகள் அல்லது தூள் வயப் பாறைகள் (aleurite) 0·01 முதல் 0·05 மி.மீ. விட்டமுடைய துகள்களால் ஆனவை.

4. களிநிறை அல்லது சன்னப் பாறைகள் (argillaceous, pelitic) 0·01 மி. மீ, விட்டமுள்ள மாவினுல் ஆனவை.

நொறுங்கல் பாறைகளைப் பலவகையாகப் பாகுபடுத்தி உள்ளனர். இவற்றில் மேற்கண்ட அளவுகள் சற்று மாற்றப்பட்டவாறு உள்ளன.

உருள்கல்-நிறை பாறைகள்

இவை 2 மில்லி மீட்டர் முதல் பல மீட்டர் விட்டமுடைய பாறைத் துண்டுகளால் ஆன பாறைகள். இவற்றிலுள்ள துண்டுகளின் அளவு, உருவம்-நுண் இழைமை ஆகியவற்றுக்கு ஏற்ப பின்வருமாறு வகுக்கப்பட்டுள்ளன.

திப்பைகள் (Blocks): 100 மி. மீட்டருக்கும் மேலான விட்டமுடைய கோண வயத் துண்டுகள்.

பாறைக் கழிவுப் பொருள் (Rock waste): 10 முதல் 100மி.மீ. விட்டமுடைய கோணவயத் துண்டுகள்.

நிலக்கழிவுப் பொருள் (Landwaste): 2 முதல் 10 மி. மீ. விட்டமுடைய கோணவயத் துண்டுகள்.

திரளைகள் (Boulders): 100 மி. மீட்டருக்கும் மேலான விட்டமுடைய உருண்டையான உருள்கள் துண்டுகள்.

கூழாங்கற்கள் (Pebbles): 10 முதல் 100 மி.மீ. வட்டமுடைய உருண்டையான உருள்கல் துண்டுகள்.

சரளைக்கல் (Gravel): 2 முதல் 10 மி. மீ. விட்டமுடைய உருண்டையான உருள்கல் துண்டுகள்.

காரையால் பிணைக்கப்பட்டுள்ள மழுக்கப்படாத கோணவயமான துண்டுகள் ''ப்ரெக்ஷியா'' (breccia) பாறையாகின்றன. மழுக்கப்பட்ட உருண்டையான கற்கள் பிணைக்கப்பட்டால் உருள் கல் பாறை (conglomerate) உண்டாகிறது.

உருள்கல்-நிறை பாறைகளைக் கண்டறியும்போது பின்வருவனவற்றைக் கவனிக்க வேண்டும்: (1) துண்டுகளின் கூட்டமைவு

(composition) (2) துண்டுகளின் உருவம். உருண்டையான கூழாங்கற்களிலும் கடல்நீரால் உண்டானவை தட்டையாகவும், ஆற்றுநீரால் உண்டானவை முட்டை வடிவமாயும் உள்ளதால் உருவத்தைக் கூர்ந்து கவனிப்பதால் அவற்றின் பிறப்பு பற்றி அறியமுடியும். (3) துண்டுகளின் அளவு; பல அளவுள்ள துண்டுகள் காணப்பட்டால் விட்ட அளவின் வீச்சையும் (range) மிகுதியாகக் காணப்படும் அளவையும் குறிக்கவேண்டும். (4) காரையால் பிணைக்கப்பட்டிருந்தால் காரையின் கூட்டமைவு, அடர்த்தி, வலிமை ஆகியவற்றைக் கவனிக்கவேண்டும்.

மணல்-நிறை பாறைகள்

பரவலாகக் கிடைக்கும் மணலும், மணற்பாறைகளும் இவ் வகுப்பைச் சேர்ந்தவை.

மணல்கள் உதிரியாகவோ கெட்டியாகவோ உள்ளன; இவை 0·05 முதல் 2 மி. மீ. விட்டமுடைய துண்டுகளால் ஆனவை, மணற்பாறைகளில் ஒரே அளவான துண்டுகள் காரையால் பிணைக்கப்பட்டுள்ளன.

துண்டுகளின் அளவுக்கு ஏற்ப, மணல்களையும் மணற்பாறைகளையும் பருவெட்டானவை—, நடுத்தர மணி அளவுடையவை, நுண்மணி வயமானவை என்று பிரிக்கலாம், இவை பெரும்பாலும் குவார்ட்ஸ் மணித்துகள்களை உடையன, ஏனெனில், குவார்ட்ஸ், வேதியியமுறையில் மிக்க நிலைப்புத் தன்மையுடைய கனிமம், பெல்ஸ்பார், மைகா, கிளாகோனைட் கார்பொனேட்டுகள் மற்ற கனிமங்கள் பலவும், குவார்ட்ஸ் துகள்களுடன் கலந்து இருக்கலாம். இவற்றில் ஏதாவது ஒன்று அதிகமாகக் காணப்பட்டால் பாறைக்கு அதைக் கொண்டு பெயரிடலாம், (எ. கா. கிளாகோனிடிக் அல்லது பச்சைநிற முணல் (glauconite sand) மைகாவய மணல், குவார்ட்ஸ் மணல் பெல்ஸ்பார் அல்லது ஆர்கோஸ் மணல். காரைப் பொருளின் வேதியியல் கூட்டமைவை அடிப்படையாகக் கொண்டு மணற்பாறைகளை, அயவய—, சுண்ண வய-—, சிலிகா வய மணற்பாறைகள் என்று அழைக்கலாம்.

மணற் பாற்றைகளையும் உருள்கல்—நிறை பாறைகளைப் போலவே தெரிந்து கொள்ள வேண்டும்.

நுண் துகள்வயப் பாறைகள்

'லெஸ்' (Loess) என்று உச்சரிக்க வேண்டும். லெஸ்-,போன்ற குறுமண்கள் (loams) இந்தவகைக்குத் தகைசால்பாய் உள்ளன.

'லெஸ்', வெளிர்-மஞ்சள் அல்லது வைக்கோல் மஞ்சளானது; 0.01-0.05 மி. மீ. அளவுடைய குவார்ட்ஸ் பெல்ஸ்பார் துணுக்குகளை உடையது. இவற்றுடன் சிறிதளவு களிமண், சுண்ணச்சத்து கலந்து இருப்பதுண்டு. சுண்ணச்சத்து சிறிய உருண்டையான கணுக்கற்களாகவோ அல்லது துகள்போல் பரவலாகவோ கலந்துள்ளது. இவை இரண்டையுமே ஹைட்ரோகுளோரிக் அமில சோதனையால் கண்டு பிடித்துவிடலாம். (அமிலம் விட்டதும் 'லெஸ்' பொங்கினால் அதில் சுண்ணச் சத்து கலந்துள்ளது) 'லெஸ்' பாறையை வெகு எளிதில் மாவுபோல் தூளாக்க முடியும். இது மிக உயர்ந்த புரைமையுயைது (40-50%). இதில் நீர்புகும். நல்ல தடிப்பான 'லெஸ்' படிவு உள்ள இடத்தில் நீர் ஓடைகளின் பக்கங்கள் செங்குத்தாக உள்ளதைக் காணலாம். உலர்ந்த நிலையில் 'லெஸ்' நல்ல பாரம் சுமக்க வல்லது.

ஈரத்தில் ஊறிய 'லெஸ்', துணுக்குகளிடையே இருந்த பிணைப்பை இழந்துவிடுவதால், இறுக்கமாகி, மேற்புறத்தில் வெடிப்புகளையும் உள் வீழ்வுகளையும் (subsidences) பெற்றிருப்பதைக் காணலாம். இவ்வாறு இது சுமார் 10 சதவீத பருமன் அளவை இழக்கிறது; ஆகவே, நீர்மண்டிய இடத்தில் கட்டடங்கள் சேதமடைகின்றன.

பெரும்பாலான அறிவியலாளர்கள் 'லெஸ்' காற்றின் இயக்கத்தால் உண்டானதாகக் கருதுகின்றனர். ஆனால் அண்மையில் நடந்த சோவியத் ஆய்வுகள் அங்கு பல இடங்களிலுள்ள 'லெஸ்' படிவுகள் வேறுவிதமாகப் படிந்துள்ளதைக் காட்டியுள்ளன. காற்றிலிருந்து படிவதோடு 'லெஸ்' நீரினால் அடித்து வரப்பட்டும் படியக்கூடும் என்று தெரிகிறது.

'லெஸ்'-போன்ற குறுமணல்களில் (loess-like loams) பெருந்துகள்களோடு (0.01-0.05 மி. மீ.) மிக நுண்ணிய துகள்களும் பெரிதும் கலந்திருக்கும். இவை அடிக்கடி மிகவும் புரைமையோடு காணப்படுகின்றன ; கார்பொனேட்டுகளைக் கொண்டிருக்கின்றன ; லெஸ் பாறைகள் போலவே குறுமண்கள் சிலவும் ஈரத்தை உறிஞ்சிக் கொண்டு பருமனில் குறைகின்றன. களிமண் துகள்களின் அளவு (0.001 மி. மீட்டருக்கும் குறைவானது) அதிகமானால் இக்குறுமண்கள் அமிழ்வதில்லை.

பல மணல்—களிவயப்பாறைகள் (sandy loams and loams) இந்த வகுப்பைச் சேர்ந்தவை.

சன்னப்பாறைகள் (Fine fragmental rocks): சாதாரண களி மண்களில் ஒரு பகுதி நுண்ணிய பாறைத்துணுக்குகள் பௌதிக முறையில் ஒன்றுசேர்ந்துபடிவதாலும், மற்றொருபகுதிப்பாறைகள் வேதியியல் முறையில் சிதைவுற்றதன் விளைவால் உண்டாகும் பொருள்கள் ஒன்று சேர்ந்து படிவதாலும் உண்டாகும் சன்னப் பாறைகளே; களிமண்களில் கெயோலிளேட் (Kaolinite), மாண்ட்மாரில்லோளேட் (montmorillonite) ஆகிய களிமண்கள் தலைசால்பானவை. மாண்ட்மாரில்லோளேட் மட்டும் அதிகமாக உள்ள களிமண் பாறைக்கு பெண்ட்டோளேட் (bentonite) என்று பெயர். இதன் நிறம் வெள்ளை அல்லது சாம்பல்-பச்சை.

களிமண்ணின் நிறத்தைக் குறிக்கும்போது, பாறையில் ஈரப் பதனேயும் கவனிக்க வேண்டும், ஈரமான களிமண் உலர்ந்த களி மண்ணைவிடக் கருப்பாக இருக்கும். உலர்ந்த நிலையில் களிமண் வெகுவிரைவாக ஈரத்தை உறிஞ்சிக்கொண்டு நீர் புகாத்தன்மை யைப் பெறுகிறது; மணல் இதுபோல் அல்லாது நீரை ஊடேபோக விடுகிறது. உலர்ந்த களிமண்ணை எளிதில் மாவாக அறைக்க முடி கிறது; இது ஈரமானபோது குழைம (plastic) நிலையிலுள்ளது; இதைப் பல்வேறு உருவங்களில் பிசைந்து காயவைத்தாலும் காய்ந்த பிறகு அதே உருவத்தை உடையது. களிமண்ணின் மேல் நகத்தால் கீறினல் ஒரு பளபளப்பான கோடு ஏற்படும்.

சுமார் 1700° செ. வெப்பத்தில் உருகும் களிகளை அனல்பொறு களிகள் (refractory clays) என்பர். சில களிவகைகள் எண்ணெய், கிரீஸ் ஆகியவற்றை நல்லமுறையில் உறிஞ்சிக் கொள்கின்றன; ஆகவே, இவற்றைக் கம்பளியில் இருந்து எண்ணெய்ப் பசையை எடுக்க உழை மண்போல் (fuller's earth) பயன்படுத்துகிருர்கள்.

இயற்கையில் களிமண் மணலுடன் கலந்தவாறு இருக்கக்கூடும்; இதைக் குறுமண் (loam) எனலாம்; குறுமண்ணில் சரளைக் கற்கள் பாறைக் கசடுகள், திரளைகள் இருந்தால் திரளைக்குறுமண் (boulder loam) எனலாம். பாறையாக கெட்டியாக்கப்பட்ட திரளைக் குறு மண் 'டில்லைட்' (tillite) எனப்படும். கார்பொனேட் அதிகம் உள்ள களிமண் **சுண்ணக்களி** (clay marl) அல்லது **சுதை மண்**.

உடைக்க முடியாத அளவு கெட்டியான நீர் உறிஞ்சும் தன் மையற்ற களிமண் களிப்பாறை (argillite) எனப்படும்.

வேதியியல்வய—, உயிர்மத்தோற்ற வயப்பாறைகள்

வேதியியல்வய, உயிர்மத்தோற்ற வயப்பாறைகள் (chemical and organogenic rocks) பெரும்பாலும் வடிநிலப் பள்ளங்களில்

(basins) உண்டாகின்றன. இவை பல இடைநிலைகளில் சேர்க்கப்பட்டவாறு உள்ளன. சிலவகையில் ஒருபாறை மேற்கண்ட வகுப்புகளில் எதில் சேரும் என்று சொல்ல முடிவதில்லை.

வேதியியல் பாறைகளின் அமைப்பு அதை ஆக்கும் கனிமப் படிகங்களின் அளவைப் பொருத்துள்ளது. ஆனால், உயிர்மத்தோற்றப் பாறைகளின் அமைப்பு பாறைப் பொதிப்பொருள் எவ்வாறு பாதுகாக்கப்பட்டுள்ளதோ அதைப்பொருத்தோ, அல்லது உயிர்ம இனத்தின் சம்பந்தத்தைப் பொருத்தோ அமைகிறது.

வேதியியல்வய-, உயிர்மத்தோற்ற வயப்பாறைகள் அவற்றின் வேதியியல் கூட்டமைவைப் பொருத்துப் பகுக்கப்படுகின்றன.

சுண்ணப் பாறைகள் (Carbonaceous rocks)

சுண்ணப்பாறைகள் (limestone) கேல்சைட்டினால் ஆனது. இது மிகவும் சாதாரணமாகக் காணப்படுகிறது. கேல்சைட் கனிமத்தைக் கண்டறியப் பயன்படும் எல்லாக் குணங்களும் சுண்ணப் பாறையைக் கண்டறியவும் உதவும்: ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்துடன் ஏற்படும் கிளர்வு மிகச் சிறந்த சோதனை. சுண்ணப் பாறைகள் வழக்கமாக வெள்ளை அல்லது வெளிர் மஞ்சள் நிறமானவை; ஆனால், மாசுகள் சேர்ந்து இதன் நிறத்தைக் கருப்புவரை மாற்றுகின்றன. இவை உயிர்மத்தோற்ற வயமாகவும் வேதியியல் தோற்ற வயமாகவும் இரண்டு வகைப்படும். முதல் வகையில் சிலபோது வெற்றுக் கண்களுக்குத் தெரியாதவாறும் உள்ள உயிர்மப் பொருள்களால் ஆனது. உயிர்மப் பொருள்கள் நொறுங்காதவாறோ நொறுங்கியவாறோ காணப்படும். இவை எவ்வளவுக்குப் பாதுகாக்கப்பட்டுள்ளன என்பதைக்கவனிக்கவேண்டும். ஏனெனில் படிவு உண்டானபோது இருந்த சூழ்நிலைகளை இது காட்டும். எடுத்துக்காட்டாக, வடிநிலக் குழிவின் படுகையில் சுழலோட்ட (turbulent) நீரில் படிந்த சிறுசிறு கிளிஞ்சல்களின் துண்டுகளால் ஆன சுண்ணப்பாறை (மடுத்திடல் படிவுகள், shoal water deposits).

எவ்வகையான பொருள்களால் சுண்ணப்பாறை ஆக்கப்பட்டுள்ளது என்பதைக் கண்டவுடன் அதைக்கொண்டே பாறையின் பெயரும் வைக்கப்படுகிறது. எ. கா. ஃபியூஸிலினேபவள—, பிரேக்கியோபாடு—சுண்ணப்பாறைகள் சிப்பி இனக் (mollusks) கிளிஞ்சல்களால் ஆன சுண்ணப்பாறைக்கு கொக்கியனு (coquina) அல்லது கிளிஞ்சல்பாறை (shell limestone) எனப்பெயர். 'சாக்' (chalk) எனப்படுவது ஒருவகை உயிர்மத்தோற்ற வகைச் சுண்ணப் பாறை; இது நுண்ணிய ஆல்காக்களின் சுண்ணவய எலும்புக்

கூடுகளாலும், சிறுசிறு பொராமினிபெராவின் (foraminifera) ஓட்டுத் துண்டுகளாலும் ஆனது.

வேதியியல் வயத்தோற்ற சுண்ணப் பாறைகளில் கீழ்க்காணும் வகைகள் முக்கியமானவை:

1. கெட்டியான நுண்படிக வயத்திரள்கள் (Compact or massive Limestone) இவற்றின் படிக அமைப்பை நுண்ணோக்கியால்தான் அறிய முடியும்.

2. மீன் முட்டைத் திரள்வய சுண்ணப் பாறை (oolitic limestone) ; மையம் சூழ்படலம்—, அல்லது சுடர் அமைப்புடைய கோளங்கள் சுண்ணக் காரையால் பிணைக்கப்பட்டுள்ளன.

3. ஊற்றுச் சுண்ணப் பாறை (Tufa or Travertine): நுண் படிகவய கேல்சைட் படிகங்களின் புரைமை மிக்க திரட்சிகள் நிலநீர் ஊற்று-நீராய்ப் புவிப்பரப்பின் மேலே வரும்போது எஞ்சியுள்ள கேல்ஷியம் கார்பொனேட் கரைசலில் இருந்து வீழ்படிவாவதால் உண்டாகிறது.

4. கல்விழுதுகளும்(Stalactites), கல்புற்றுகளும்(Stalagmites) இவை கேல்ஸைட்டின் கசிவுப் படிவுகள் (Sinter forms). குகைகளின் கூரைப் பகுதியிலிருந்து கசியும் நிலநீரிலிருந்து உண்டாகின்றன. குகையின் கூரையிலிருந்து தொங்குவது போலும், தரையிலிருந்து வளர்வது போலும் காட்சியளிக்கின்றன. இவை பருவெட்டான முறிவுத் தளத்தை உடையன.

சுதைமண் (marl); கேல்சைட், களிமண் துணுக்குகளால் ஆன பாறை, களிமண் 30—50 சதவீதம் உள்ளது. வெளித் தோற்றத்துக்குப் சுண்ணப் பாறைபோல் இருக்கிறது. இதன் தகை சால்பான குணம் ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்துடன் கிளர்வு கொள்வது; இதனுல் இதன் மேற்பரப்பில் ஒரு பொட்டு ஏற்படுகிறது. கிளர்வு ஏற்பட்ட இடத்தில் களிமண் துணுக்குகளின் அடர்வு ஏற்படுவதே இதற்குக் காரணம்.

டோலொமைட் (Dolomite): இது முக்கியமாக டோலொமைட் எனப்படும் கனிமத்தால் ஆன பாறை. இது பார்க்கச் சுண்ணப் பாறைபோல இருந்தாலும் ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலத்துடன் குறைந்த அளவில்தான் கிளர்வு கொள்கிறது. சுண்ணப் பாறைகளின் படிவுகளில் ஏற்படும் பல வேதியியல் மாறுபாடுகளினுல் டோலொமைட் உண்டாகிறது. சுண்ணப் பாறைகளுக்கும்

டோலொமைட்டுக்கும் இடையே பல பாறைப் படிநிலைகள் உள்ளன. இது நீர் வயக் கரைசல்களின் வீழ்படிவுகளாலும் உண்டாகிறது.

சிலிகா வயப் பாறைகள் (Siliceous Rocks)

சிலிகாவயப் பாறைகளும் வேதியியல் வய அல்லது உயிர்மத் தோற்ற முறைகளில் உண்டாகின்றன. உயிர்மத் தோற்ற வகையில் ஒன்று **டையாடொமைட்** (Dia tomite) இது வெள்ளை அல்லது வெளிர் மஞ்சள் நிறப் பாறை. இது எளிதில் நொறுங்கிச் சன்ன மாவாக மாறும். இது நுண்ணிய உபலவய (Opaline) டையாடம் (Diatom) எலும்புக் கூடுகளால் ஆனது.

வெளித் தோற்றத்துக்கு **டிரிபோலைட்டும்** (Tripolite) டையா டொமைட்டும் ஒன்றுகவே உள்ளன. முன்னையது சிறுசிறு உபலத்துகள் மணிகளால் ஆனது; இதில் சிறிதளவு டையாடம் ஓடுகளும் ரேடியோ லேரியன் (Radiolarian) பூச்சிகள், ஸ்பாஞ்சுகள் (Sponges) ஆகியவற்றில் சிலிகாவய எலும்புக் கூடுகளும் கலந்த வாறு உள்ளன.

இதன் தாழ்ந்த அடர்வெண்ணும் விரைவாக நீரை உறிஞ்சும் தன்மையும் இதன் தகைசால்பான குணங்கள். ஆகவே, இதைக் கையால் எடுத்துப் பார்ப்பதாலும், நாக்கால் தொட்டால் ஒட்டிக் கொள்வதாலும் கண்டு கொள்ளலாம்.

ஒபோகா (Opoka): ஒரு கடினமான, சங்குமுறிவுடைய, வெள்ளை அல்லது சாம்பல் அல்லது கருப்பு நிறப்பாறை. இதைத் தட்டினுல் ஒரு தனிப்பட்ட மணியோசையுடன் உடைகிறது. இது ட்ரிபோ லைட்டைவிட அதிக அடர்வு எண் உடையது. நுண்ணோக்கியால் பார்த்தால் ட்ரிபோலைட்டைப் போலவே ஒபோகாவும் சிலிகா வயக் காரையால் பிணைக்கப்பட்ட சிறுசிறு உபலக் கோளங்களா லும், பலவித உயிர்மங்களின் சிலிகாவய எலும்புக் கூடுகளின் துகள்களாலும் ஆனது என்பது விளங்கும். இது டையாடொமைட் ட்ரிபோலைட் ஆகிய பாறைகளின் மாற்றப்பட்ட வகையாக இருக்கலாம்.

சிலிகாவயக் கசிவு அடைகள் அல்லது (siliceous sinters) கெய் சரைட்டுகள் (geyserite-கொதிநீர் படிவு) பல நிறமுடைய இலேசான பாறைகள். இவை சிலிகா நிறைந்த வெந்நீர் ஊற்றுகளின் வாய்ப் புறத்தினருகே படிகின்றன.

அயவயப் பாறைகள் (Ferruginous Rocks)

இப் பாறைகள், அய புரோடாக்சைடு (iron protoxidc) அயஆக்சைடு (iron oxide) ஆகியவற்ருல் ஆனவை. இவை புவிமேற் பரப்பில் ஏரிகளிலும் அழுவங்களிலும், புல்வெளிகளின் மேற்பரப்பிலும் உண்டானவை. அயவயக்கசிவு அடை(ferruginous tuff) எனப்படும் இப்படிவுகள், பரவலாகக் கிடைக்கின்றன; இரும்புத் தாது வாகப் பயன்படுகின்றன.

ஹேலஜன் மற்றும் சல்பேட்டுப் பாறைகள் (Halogen and Sulphate Rocks)

இவை வேதியியல் முறையில் தோன்றியவை; பாறை உப்பு (rock salt) மிகச் சாதாரணமான ஹேலஜன் பாறை. இது ஹேலைட் (halite) எனப்படும் வெளிர்நிறக் கனிமப் படிவுகளின் திரட்சிகளே. இக் கனிமத்தின் நிறவேறுபாடுகள் பௌதிகக் குணப் பிசக்குகளைப் பொருத்தது. பாறை உப்புப் படிவுகள் பேரளவுடையவை. இவை பல வேதியியல் வயத் தொழிற்துறைகளுக்கு அடிப் படையாக அமைகின்றன. பாறை உப்பு, அடிக்கடி, அன்ஹைட்ரைட் ((anhydrite, $CaSO_4$), பொடாஷியம், சோடியம், மெக்னீஷியம் ஆகியவற்றின் சிக்கலான கூட்டுகளுடன் மாறிமாறிப் படிந்திருப்பதைக் காணலாம்.

ஜிப்ஸம் (gypsum) பரவலாகக் கிடைக்கும் ஒரு பாறை. இது பருவெட்டாகவும் நுண்மணி வயமானதாயும், நார் வயமானதாயும் (செலினைட், (selenite) இருக்கும். இது பெரும்பாலும் வெள்ளையாக இருக்கும். சிலபோது வெளிர் சிவப்பு, நீலம், வெளிர் நிறம் போன்ற வண்ணங்களையும் பெற்றிருக்கும்.

பொடாஷியம், சோடியம் ஆகியவற்றின் கார்பொனேட்டுகள், போரேட்டுகள், சல்பேட்டுகள் சிறு அளவில் உள்ளன. ஆனுல், இவை பொருளாதார முக்கியத்துவம் உடையவை. எ.கா. **ஸோடியம் கார்பொனேட்டு** படிவுகளை உடைய ஏரிகள் மேற்கு ஸைபீரியா, ட்ரான்ஸ் பைகால் பகுதி, ஜியார்ஜியா ஆகிய இடங்களில் உள்ளன. **போரேட்டு படிவுகள்** இண்டீரா ஏரிக்கு (Indera) அருகே உள்ளன. **வெடியுப்புப்** படிவுகள் (saltpetre) ட்ரான்ஸ் பைகால் பகுதியிலுள்ள தொரோநிஞே ஏரிக்கோவைகளில் உள்ளன. கேஸ்பியன் கடலில் கரா-போகஜ் கோல் (Kara—Bogaz—Gol) என்னுமிடத்தில் மிராபிலைட் (Mirabilite) உற்பத்தி செய்யப் படுகிறது.

பாக்ஸைட்டுகள் (Bauxites)

பாக்ஸைட் அலுமினியம் ஹைட்ராக்ஸைடினால் ஆன (Al_2O_3 $2H_2O$) ஒரு பாறை. வழக்கமாக இது வெளிர்-மஞ்சள், செம்பு பழுப்பு. சிவப்பு அல்லது எப்போதாவது வெள்ளை நிறமான சிறுசிறு உருண்டைகளைக் கொண்ட திண்மமாகவும் மண்போன்ற பண்ட மாகவும் காணப்படுகிறது. இது ஒரு முக்கிய அலுமினியத் தாது.

உயிர்ம எரிமங்கள் (Caustobioliths)

இவை உயிர்ச் சத்துக்களாலோ அல்லது உயிர்மங்களின் உடல் பொருள்களாலோ ஆன எரியக் கூடிய பாறைகள். இவற்றில் பெரும்பாலானவை மிகவும் பொருளாதார முக்கியத்துவம் கொண் டவை. இவற்றுள் நசிவுற்ற தாவரப் பண்டங்களின் பலநிலை களிலும் உள்ள நிலக்கரிகள் மிகப் பரவலாகக்கிடைப்பவை.

பீட் (peat, சக்கை நிலக்கரி) உதிரியான, மஞ்சள், பழுப்பு அல்லது கருப்பு நிறமுடைய பாறை; இது கண்ணுக்குத் தெரிந் தாற்போலுள்ள தாவரப் பண்டத்தால் ஆனது. இது குறைவான ஆக்ஸிஜன் கிடைக்கக் கூடிய நீர்மண்டிய சூழ்நிலையில் தாவரப் பண்டம் ஓரளவுக்கு அழுகும்போது உண்டாகிறது. உயிர்ம எரிமங்களில் 'பீட்' மிகக் குறைவான கரிச்சத்து உடையது 52—62%.

பழுப்பு நிலக்கரி (lignite) காற்று இல்லாத சூழ்நிலையிற் தாவரப் பண்டம் அழுகியதால் இப் பாறை உண்டாகிறது; இதில் 70 சதவீதம் கரிச்சத்து சேர்ந்துள்ளது. இது இறுக்கமான கரும்-பழுப்பு அல்லது கருப்புத் திண்மம். இதன் முறிவு மண்போன்றோ, சங்கு போன்றோ இருக்கும், இது மங்கலான மிளிர்வு உடையது. இதன் தூள் நிறம் கரும்-பழுப்பு.

நிலக்கரி (Coal) 82 சதவீதம் வரை கரிச்சத்துடையது. இது ஒரு கருநிறப் பாறை. இது லிக்னைட்டைவிட கெட்டியானது. இதன் முறிவு மண்போன்றது அல்லது சங்கு போன்றது. இது இது மங்கலான மிளிர்வு உடையது. இது கையைக் கரியாக்கு கிறது. இதன் தூள் நிறம் கருப்பு.

அனல் மலி நிலக்கரி (Anthracite) உயர்ந்த வெப்பத்தாலும் அழுத்தத்தாலும் ஏற்படும் மாற்றியல் இயக்கத்தால் நிலக்கரிகள் மாற்றப்படுவதால் உண்டாகியுள்ளது. இதில் 95% கரிச்சத்து உள்ளது. இது கருநிறமுடைய மிகக் கடினமான, குறை உலோக மிளிர்வுடைய பாறை. இது சீரற்ற அல்லது சங்கு முறிவுஉடையது. இது கெட்டியானது. கையைக் கரியாக்குவது இல்லை.

எரிமக் களிமண் பாறை (Combustible shale): உயிர்ம-மற்றும் நொறுங்கல்வயத் தோற்றங்களின் கலப்பு விளைவாகும். இது வடிநிலக் குழிவின் அடியில் நுண்ணிய உயிர்மக் குழை சேறும் (ooze, sapropel) களிமண் துணுக்குகளும் ஒரே சமயத்தில் படிவதால் உண்டாகிறது. எரிமக் களிப்பாறைகள் மெல்லிய படலங்களால் ஆனவை ; எரியும்போது தார்போன்ற புகைநாற்றத்தை வெளியிடுகின்றன.

மண்ணெய்யும் (petroleum) அதன் மாற்றுப்பண்டங்களும் (ஆஸ்பால்ட், ஓஜோகெரைட், Asphalt, Ozokerite) உயிர்ம எரிமங்களாகவே கருதப்படுகின்றன.

மண்ணெய் (petroleum) தாவர மிருக உயிர்ப்பொருள்கள் அழுகுவதால் உண்டாகியுள்ளதெனக் கருதப்படுகிறது. இதன் தோற்றத்தை விளக்கப் பல கோட்பாடுகள் எழுந்துள்ளன. இவற்றுள் உண்மையானதாக இருக்கக்கூடிய ஒன்றின்படி, 4 ஆற்று வண்டல் தளங்களிலும் (கழிமுகம்) உப்பங்கழிகளின் அடியிலும் சேரும் உயிர்மப் பொருளாலான குழை சேறு போன்ற வண்டல் மண்ணெய்யின் தாய்ப்பொருள், உயர்ந்த அழுத்தத்தாலும் வெப்பத்தாலும் தாக்கப்படும்போது வாயுக்களும், நீர்ம ஹைட்ரோ கார்பன்களும் உண்டாகின்றன. இவையே பின் மண்ணெய்யை உண்டாக்குகின்றன. அழுத்தம் மண்ணெய்யை மேலேயுள்ள படிவுகளுக்குள் நுழையச் செய்கிறது. அங்கு புரைமையுடைய பாறைகளில் (மணல்கள், மணற்பாறைகள், சில சுண்ணப் பாறைகள்) மண்ணெய் சேமிக்கப்படுகிறது. இன்றைய மண்ணெய்ப் படிவுகள் இப்படிவுகளுடன் சம்பந்தப்பட்டுள்ளன.

மண்ணெய் பல நீர்மங்களும் (liquid) வாயுவய ஹைட்ரோ கார்பன்களும் சேர்ந்த சிக்கலான கலவையாகும். வெளித்தோற்றத்துக்கு இது குறிப்பிட்ட நாற்றமுடைய ஓர் இலேசான எண்ணெய் போன்ற திரவம். கூட்டமைவைப் பொருத்து, இது வெள்ளை, மஞ்சள், செம்பழுப்பு-கரும்பழுப்பு ஆகிய நிறங்களை உடையது. இதன் அடர்வெண்ணும் இதற்கு ஏற்ப 0.76 முதல் 1.00 வரை மாறுபடுகிறது.

அஸ்பால்ட் (asphalt), **ஓஜோகெரைட்** (ozokerite): அல்லது கனிம மெழுகு (mineral wax) ஆகியவையும் ஹைட்ரோ கார்பன்களின் கலவைகளே. இவை பல எண்ணெய்களின் (முன்னையவை நேப்தலின் எண்ணெய்களில் இருந்தும், பின்னையவை பேரஃபின் அடிப்படை எண்ணெய்களில் இருந்தும்) மாற்றியல் விளைவால்

உண்டாகின்றன. வெளித்தோற்றத்துக்கு இவை ஒன்றே போல் இருக்கும்; இரண்டுமே பழுப்பு அல்லது கருப்பான கெட்டியான திரள்கள்; எண்ணெய் மிளிர்வு உடையவை; தார் நாற்றம் உடையவை. ஒவ்வொன்றும் தனித்தனி அடர்வெண் உடையது. அஸ்பால்ட் 1—1.2; ஓஜோகெரைட் 0.8—0.97.

மாற்றியல் பாறைகள்

மாற்றியல் பாறைகள் (metamorphic rocks) புவியின் ஆழ் நிலைப்படல அடுக்குகளில் உண்டாகின்றன. இவை மேக்மாவய, மற்றும் படிவுவயப்பாறைகள் வெப்பத்தாலும், அழுத்தத்தாலும், மற்றும் மேக்மாவிலிருந்து வெளிவரும் வெப்ப வாயுக்களின் கிளர்வு இயக்கத்தாலும் மாற்றப்பட்டு மீண்டும் படிகமாவதால் உண்டாகின்றன. இந்த இயக்கத்தின் விளைவாகப் பாறையின் முதன்மை அமைப்புகளும் நுண் இழைமைகளும், கனிம— வேதியியல்வயக் கூட்டமைவும் மாறுபடுகின்றன. மாற்றியக்கம், 1. பாறைகள் பெரிதும் சுருங்குகையில் மலைகள் வளையும்போதும், 2. மலைகள் ஆழத்தில் அமிழும்போது வெப்பமும் அழுத்தமும் அதிகரிக்கும்போதும்; 3. பாறைக் குழம்புகளைத் தொடும்போதும் உண்டாகிறது.

மாற்றியல் பாறைகள் நிறை படிகவயமானவை; இலைக்கட்டு அமைப்பு (foliated); அல்லது பட்டை அமைப்பு அல்லது நார்வய அமைப்பு உடையவை. இந்த நுண்இழைமைகள் பாறை அழுத்த விசைக்கு நேர்குத்தாகக் கனிமங்களின் நீள் அச்சுகள் அமைவதால் உண்டாகின்றன.

முக்கியமான மாற்றியல் பாறைகள் பின்வருவன.

நைஸ்பாறை (gneiss): குவார்ட்ஸ், பெல்ஸ்பார், மைகா, ஹார்ன்பிளெண்டு ஆகியவற்றைக் கொண்ட மாற்றியல் பாறைகள். இவை வரி வரியான அமைப்பையும் சட்டுப்படல அமைப்பையும் உடையவை. பையோடைட், மஸ்கோவைட், மைகா நைஸ்களும் கூட உள்ளன. இவை மேக்மாவயப் பாறைகளிலிருந்து மாற்றியல் வயமாகவோ (ortho-gneiss) படிவுப் பாறைகளிலிருந்து மாற்றியல் வயமாகவோ ((para-gneiss) உண்டாகின்றன.

களிமண் பாறைகள் (clay shales); களிவயப் பாறைகளின் மாற்றத்தில் முதல் கட்டத்தில் உண்டாக்கப்படுகின்றன. இறுக்கத்தைத் தவிர இதில் வேறு மாற்றம் ஏதும் நிகழாததால் சில அறிவியலாளர்கள் இதைப் படிவுப் பாறைகளில் சேர்க்கிறார்கள்.

களிமண் பாறைகளில் நல்ல சட்டுமை (schistosity) போன்ற அமைப்பு உள்ளது ; படிவுப்பாறைகளில் இவ்வாறு இல்லை. இதனுல் களிமண் பாறைகள் எளிதில் மங்கலான மிளிர்வுடைய கத்தி போன்ற படலங்களாகப் பிளக்கிறது.

மற்ற மாற்றியல் பாறைகளுக்கு எதிர்மாருக இவை நிறை படிகவயமானவை அல்ல. இவை வெளித்தோற்றத்துக்குக் களிமண்களைப் போலுள்ளன. மண்போன்ற முறிவும், மங்கலான மிளிர்வும் உடையன. ஆனுல், இவை நீரை உறிஞ்சுவது இல்லை.

பில்லைட்டுகள் (phyllites): களிமண்பாறைகளின் மாற்றியலில் அடுத்த நிலையைக் குறிக்கின்றன. இவை நிறை படிகவயமானவை; வழக்கமாக நுண்படிக அமைப்புடையவை. படிகங்கள் கண்ணுல் காணமுடியாதவை ; ஆனுல், பிளவுத் தளத்தில் மென்மையான பட்டுமிளிர்வுபோல் தோன்றுவதால் இதை உணரலாம். பில்லைட்டுகள் நுண்ணிய மைகா, குவார்ட்ஸ் செதிள்துகள்களால் ஆனவை.

மைகாஷிஸ்டுகள் (mica schists): களிமண் வயப்பாறைகள் மேலும் மாற்றப்படுவதால் உண்டாகின்றன. இவை நல்ல நிறை-படிக அமைப்புடையவை ; இலைக்கட்டு நுண்இழைமை உடையவை; மைகாவையும் குவார்ட்ஸையும் உடையவை; நைஸ்களில் உள்ள பெல்ஸ்பார் இவற்றில் காணப்படுவதில்லை. இதைக் கொண்டு இவற்றைத் தெரிந்து கொள்ளலாம். ஷிஸ்டு பாறையில் மைகா அதிகமாக உள்ளபோது அதை மஸ்கோவைட் சட்டு என்றும் பையோடைட் ஷிஸ்டு என்றும் அழைக்கலாம்.

மேலே கண்ட பாறைகளைத் தவிர நிறைபடிக அமைப்பையும் இலைக்கட்டு நுண் இழையையும் கொண்ட பல மாற்றியல் பாறைகள் உள்ளன. இவற்றைப் **படிகவய ஷிஸ்டுகள்**(crystalline schists) என்று அழைக்கலாம். இவற்றிலுள்ள முக்கிய கனிமத்தைக் கொண்டு இவற்றை டால்க் ஷிஸ்டு, குளோரைட் ஷிஸ்டு என்று பெயரிடுவது வழக்கம்.

குளோரைட் பலகைப்பாறை அல்லது **ஷிஸ்டு** (chlorite slate or schist): குளோரைட்டின் செதிள்துகள்களாலான சட்டுத்தன்மையுடைய பாறை. இதில் குவார்ட்ஸ் கலந்தவாறுள்ள டால்க், மைகா, பெல்ஸ்பார், மேக்னடைட் ஆகிய கனிமங்களும் இதில் துணைக்கனிமங்களாக (accessory minerals) உள்ளன.

டால்க் ஷிஸ்டு (talcschist): முக்கியமாக டால்கினுல் ஆனது; இது குறைந்த கடினத்தன்மையையும். உயர்ந்த அனல்பொறுக்கும் தன்மையையும் உடையது. எண்ணெய் போன்று வழவழப்பாக உள்ளது. இது உயாவியாகப் பயன்படுகிறது. இதிலிருந்து அனல் பொறு கற்களும் செய்யப்படுகின்றன.

ஹார்ன் பெல்ஸ்: (hornfels) என்பது களிமண்வயப் பாறைகளும் வெளி உமிழ் காரப்பாறைகளும் ஒன்றின்மேல் ஒன்றுபடும் போது உண்டாகும் மாற்றியல் பாறை; இது வெள்ளை, சாம்பல், வெளிர் சிவப்புச்சாம்பல் நிறம்கொண்ட கெட்டியான சங்கு முறிவு உடைய பாறை. இது முக்கியமாக குவார்ட்ஸாலும் ஆம்பிபோல்களாலும் ஆனது. இவ் வகைப் பாறைகளில் பையோடைட், மஸ்கோவைட். அபடைட்டும் மற்ற கனிமங்கள் சிலவும் கலந்தவாறு இருப்பதும் உண்டு.

குவார்ட்ஸைட் (Quartzite): முற்றிலும் மறுமுறை படிகமான குவார்ட்ஸ் மணித்துகள்களால் ஆனது. இது நிறைபடிக வயமானது; நுண்படிக அமைப்புடையது; திண்மையானது; அரிதாக இலைக்கட்டு நுண் இழைமை பெற்றிருப்பதும் உண்டு. தூயவகைகள் வெள்ளை அல்லது வெளிர் சாம்பல் நிறமுடையவை. மாசுகள் இருந்தால் செம்பழுப்பு, மஞ்சள் நிறங்களையும் பெறும். குவார்ட்ஸ் மணல்கள், மணற்பாறைகள், மற்ற சிலிகாவயப்பாறைகள் ஆகியவை மாற்றியலால் மாறுபட்டு குவார்ட்ஸைட்டுகளாகின்றன.

ஜேஸ்பர் (Jasper): கடினமான, கெட்டியான, தெளிவான அல்லது பல வண்ணப்பாறை. இது நுண்மணிவய குவார்ட்ஸ், சால்சிடொனி ஆகியவற்ருல் ஆனது. இதில் ஹேமடைட், எபிடோட், குளோரைட் ஆகியவை மாசுகளாக உள்ளன.

சலவைக்கல் (marble): பாறை. இது கார்பொனேட் பாறையின் மாற்றத்தால் உண்டான மாற்றியல்வய சுண்ணப்பாறை. இது பெரும்பாலும் திண்ணியது. ஏறத்தாழ ஒரே அளவுடைய கேல்ஸைட் படிக மணிகளால் ஆனது. இதில் குவார்ட்ஸ், ஹார்ன் பிளெண்டு, பைராக்ஸீன், ஆலிவீன், அவ்வப்போது பெல்ஸ்பார் ஆகியவை மாசுகளாக உள்ளன. இவை இப் பாறையின் நிறத்துக்கும் அமைப்புக்கும் காரணமாகின்றன. நல்ல தூய நுண்மணிவய வகைகள் சிற்பம் செய்யப் பயன்படுகின்றன.

பல மாசுகளால் நிறமூட்டப்பட்டுள்ள சலவைக்கற்கள் அணிக் கற்களாகப் (ornamental stone) பயன்படுகின்றன. சோவியத் ரஷ்யாவில் இது யூரல், கரேலியா, க்ரிமியா, ட்ரான்ஸ் காகஸஸ் நடு ஆசியா போன்ற பல இடங்களில் வெட்டி எடுக்கப்படுகிறது. படிகவய டோலோமைட் சலவைக் கல்லைப்போலவே இருக்கும். ஆனல், டோலோமைட் எனப்படும் கனிமப்படிகங்களால் ஆனது. இதுவும் சலவைக் கல்லைப்போலவே கட்டடங்களிலும் அணிக் கல்லாகவும் பயன்படுகிறது.

புறத்தோற்றச் செயல்முறைகள்

(Exogenous Processes)

புவியின் புடைகூறு (relief) நிலையானதல்ல. இது நீர், காற்று வெப்பமாறுபடுகள் ஆகியவற்றின் விளைவாக இடைவிடாது மாறிய படியே உள்ளது. புவியின் மேற்கூறுகளில் (topography) காணப் படும் இம்மாறுதல்கள் வெளித்தோற்ற அல்லது புறத் தோற்றக் (exogenous) காரணங்களால் ஏற்படுகின்றன.

காற்று, வெண்பனி, பனிக்கட்டி, புவிமேற்பரப்பில் ஓடிப் பின் அதனுள் செல்லும்நீர், நீர்த்தேக்கங்களிலும் குட்டைகளிலும் உள்ள நீர் ஆகியவற்றின் குணங்களையும், அவற்றினால் உண்டாகும் விளைவுகளையும் மற்ற வெளிப்புற இயக்க விசைகளையும் பற்றிக் கவனிப்போம். இவ் விசைகளின் இயக்கம் புவிப்பரப்பைத் தட்டை யாக்குவதையும் நிலை குலைக்கப்பட்ட பொருள்களைத் தாழ்வான இடங்களுக்குக் கடத்திச் செல்வதையும் மலைகளை மெல்ல அரித்துப் புதுப் பாறைப் படலங்களை வெளிப்படுத்துவதையும் குறிக்கோளா கக் கொண்டுள்ளது.

பாறை—உகலியக்கம்

உகலியக்கம் (weathering) : என்பது ஒரு கூட்டுச்சொல். இது புவியின் மேற்பரப்பில் நிகழும் பௌதிக, வேதியியல்வய உயிரி யியல்வயச் (உயிர்மவய) செயல்முறைகளை ஒன்றாக இணைக்கிறது. இச் செயல்முறைகள் வெப்ப மாறுபாடுகள், நீர் பனிக்கட்டியாக மாறுதல், காற்றிலுள்ள ஆக்ஸிஜன், கார்பன்டை-ஆக்சைடு, காற்று மண்டலப் பொழிவுகளான மழைநீர், வெண்பனிப் பொழிவு, மண் ணிலுள்ள உயிர்ம அமிலங்கள் ஆகியவற்றின் இயக்கங்களின் விளை வாலானவையே. பௌதிக, வேதியியல்வய, உயிரியல்வய உக லியக்கங்களை வெவ்வேறாகக் கருதினாலும் இவற்றை வரையறுத்துக்

காட்டுவது எளிதல்ல. இயற்கையில் இவை ஒரே சமயத்தில் செயல்படுகின்றன.

பௌதிக உகலியக்கம் (mechanical weathering): இது முக்கியமாகக் கனிமங்களிலும் பாறைகளிலும் ஏற்படும் வெப்ப அளவு மாறுபாடுகளால் விளைகிறது. இம் மாறுபாடுகள் காற்றின் வெப்ப அளவு மாறுபடுவதால் பெரிதும் உண்டாகின்றன. சிலபோது நேரடியாகச் சூரிய வெப்பம் படுவதாலும் ஏற்படுகின்றன. கனிமங்களும் பாறைகளும் சூடாகும்போது பருக்கின்றன; குளிர்ச்சி அடையும்போது சுருங்குகின்றன. இந்த விரிவும் சுருக்கமும் மிகச் சிறிதளவே இருந்தாலும், நூற்றுக்கணக்கான ஆண்டுகளாகத் தொடர்ந்து மாறிமாறி நிகழ்வதால் கவனிக்கத்தக்க விளைவுகளை உண்டாக்குகின்றன. இவ்வாறு மாறிமாறி நிகழும் மாற்றங்களால் பாறையின் கனிமப்படிகங்களுக்கு இடையேயுள்ள பிணைப்பு மெல்ல நலிவடைகிறது. பருவெட்டான கனிம மணிகளில் பிணைப்பு வேகமாக நலிவடைகிறது. ஏனெனில், நுண்மணிகளைவிடப் பெரிய மணிகள் அதிகமாக விரிவடைகின்றன. பாறைகளின் நிறமும் முக்கியமானது. கருநிறக் கனிமங்களும் பாறைகளும் வேகமாக வெப்பமடைகின்றன; எனவே, வெளிர்நிறக் கனிமங்களையும் பாறைகளையும்விட விரைவாக அளவில் பருக்கின்றன. பொட்டுப் பொட்டாக நிறமுடைய பாறைகளிலுள்ள கனிமப்பிணைவு ஒரு சீரான நிறமுடைய பாறைகளில் உள்ளதைவிட விரைவில் குறைகிறது. (எ. கா. கருப்பு, சிவப்பு, வெள்ளை நிறக் கனிமங்களையுடைய கிரேனைட்). மாறுபட்ட நிறமும் வேதியியல் கூட்டமைவும் உடைய திண்துகள்கள் மாறுபட்ட விரிவுக்கெழு உடையன. இதனால் இவை விரியும்போது இவற்றுக்கு இடையே ஒரு துணை தகைவு ஏற்படுகிறது.

பருவெட்டான பல நிறமுடைய பாறைகள் வெப்ப மாற்றங்களுக்கு மிகக் குறைந்த எதிர்ப்பு உடையன. பாறைகள் குளிர்ந்த இரவுக்குப்பின் பகலில் வெம்மையுறும்போது செதிள் பொருக்கு போல் உறிகின்றன. குளிர்வடைவதால் பாறை வெடிக்கிறது. பல நூற்றாண்டுகளாக விரிவதும் சுருங்குவதும் நடைபெறுவதால் கனிமங்களில் நுண்ணிய வெடிப்புகள் உண்டாகின்றன. முதலில் இவை கண்ணுக்குப் புலப்படாமல் இருந்தாலும் நாளடைவில் கனிமங்களையும் பாறைகளையும் தகர்த்துவிடுகின்றன. பாறைக் கனிமம் பௌதிக முறையில் தகர்க்கப்படுவது, பகல் இரவு வெப்பமாற்றத்தில் மிகுந்த வேற்றுமை ஏற்படும்போது அதிகரிக்கிறது. பாலைவனங்களில் பகல் வேளையில் பாறைப் பரப்பு 70° செ. அளவுக்கு வெப்பமடைகிறது. இரவில் 0° அளவுக்குக் குளிர்கிறது. இத்

தகைய வெப்பதட்ப நிலையுடைய கண்டப்பகுதிகளில் இளவேனி லிலும் இலையுதிர் காலத்திலும் அதிக வெப்ப மாற்றங்கள் ஏற்படு கின்றன. ஆகவே, பாலைகளில் பௌதிக உகலியக்கம் பெருமளவில் நடைபெறுகிறது.

வெப்பம், குளிர்ச்சி ஆகியவற்றின் இயக்கத்தை நீர் ஊக்குவிக் கிறது. மழையினால் பாறை ஈரமாகிப் பின் உலர்கிறது. இவ் வாறு திரும்பத் திரும்ப நிகழ்வதால் பாறைத் துகள்களினிடையே யுள்ள பிணைவு நலிகிறது. பாறையின் நுண்புரைகளிலும் வெடிப்பு களிலும் இறுகும்நீர், இதைவிட அதிக அழிவை உண்டாக்குகிறது. துருவப்பகுதிகளில் வெப்ப மாற்றம் அதிகமாக உள்ளது. அங்கு உறைபனி (frost) உகலியக்கம் நிகழ்கிறது. வெப்ப அளவு சுன்னத் துக்கும் ($0°$) கீழே செல்லும்போது நீர் பனிக்கட்டியாக உறை கிறது. அதன் கன அளவு பதினொன்றில் ஒரு பங்கு $\left(\frac{1}{11}\right)$ அதி கரிக்கிறது. இவ்வாறாக, பகல் வெப்பம் அதிகமாக உள்ளபோது பாறை வெடிப்பில் தங்கியுள்ள நீர் இரவில் பாறை குளிர்வடைந்து பனிக்கட்டியாக உறையும்போது அவ்வெடிப்பை அகலமாக்கு கிறது.

பாறை வெடிப்பில் உறையும் நீர், ஒருசதுர சென்டிமீட்டருக் குப் பல்லாயிரம் கிலோ கிராம் அழுத்தம்வரை உண்டாக்குகிறது. ஆகவே, பகல்—இரவு வெப்பமாறுபாடு அதிகமாகவுள்ள இடங் களில் பௌதிக உகலியக்கம் அதிகமாக ஏற்படுகிறது, இதனால் பாறைகளின் சரிவில் உடைந்து விழும் பாறைக் கட்டிகள் மலையடி உகுப்பு (talus) போல் குவிகின்றன. இத்தகைய பாறைக்குவியல் கள் நிலையற்ற சரிவுகள். இவற்றின் மேல் ஏறுவது ஆபத்தானது. செங்குத்தான பாறைகளின் சமதளப் பக்கங்களில் பாறைகள் பௌதிக உகலியக்கத்தால் தொடர்ச்சியாகக் கிடக்கும் பாறாங்கற் களாக மாறுகின்றன.

காற்றுமண்டல மின்னல்வயத் தோற்றப்பாடுகளும் பாறை களைப் பாதிக்கின்றன. மின்னல் பாறைகளை உடைக்கிறது ; உருக்கு கிறது. மணல்களை உருக்கி கோல்களைப் போலாக்குகிறது (fulgurites). ஆனால், இந் நிகழ்ச்சிகள் மிக அரிதானவை.

வேதியியல் உகலியக்கம்

காற்றிலுள்ள வாயுக்களும், சூரியக்கதிர்களும் கனிமங்களி லும் பாறைகளிலும் வேதியியல் மாற்றங்களை உண்டாக்குகின்றன. நீராவிகள் குளிர்ந்து நீராக மாறியுள்ளபோது அதில் பல பொருள்

கள் கரைசலாக உள்ளதால் அதில் கனிமங்கள் எளிதில் கரைகின்றன. உயிர்ம எரிமங்கள் நிறைந்த ஈரச்சத்து ஒரு நல்ல கரைப்பானாக இயங்குவதோடு நீர்மச் சிதைவு (hydrolysis) தீயகிப்பு (oxidation) போன்ற கிளர்வுகளையும் துவக்குகிறது.

வேதியியல் சிதைவைப்பற்றி விளக்குவதற்கு பெல்ஸ்பார், ஈரம், கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு ஆகியவற்றினால் கிளர்வுற்று எவ்வாறு சிதைவடைந்து சீனக்களியாக மாறுகிறது என்பதைக் காண்போம்.

$$Na_2O.Al_2O_3.\ 6SiO_2 + nH_2O + CO_2 = Na_2CO_3 + SiO_2.nH_2O + \\ + 2H_2O.Al_2O_3.\ 2SiO_2$$

காற்று, ஈரம், ஆக்ஸிஜன் ஆகியவற்றின் விளைவாட்சியினால் பைரைட் போன்ற கந்தக வயக்கனிமங்கள் இதேபோல் நசியும் போது ஃபெரஸ்ஸல்பேட், கந்தக அமிலம் ஆகியவை வெளியாகின்றன.

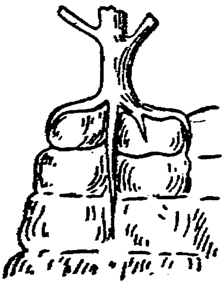
$$FeS_2 + 8H_2O + 7O = Fe\ SO_4 + 7H_2O + H_2SO_4.$$

நீரற்ற பாறைகள் வேதியியல் உகலியக்கத்தின்போது நீரை உறிஞ்சிக்கொள்வதால் ஹைட்ரேட்டுகள் உண்டாகின்றன. இவ்வாறே அன்ஹைட்ரைட் ஜிப்ஸமாகமாறுகிறது. ($CaSO_4 + 2H_2O = CaSO_4.\ 2H_2O.$) இரும்புத்தாது லிமோனைட்டாக மாறுகிறது. ($2Fe_2O_3 + 3H_2O = 2Fe_2\ O_3.\ 3H_2O$). இயற்கையில் இத்தகைய மாறுதல்கள் மிகப் பரவலாக நிகழ்கின்றன.

நீரில் விரைவில் கரையும் ஸோடியம் கார்பொனேட், பொடாஷியம் கார்பொனேட், ஆல்கலி சல்பேட்டுகள் சிலிகாவின் கூழ்வயக் கரைசல்கள் வேதியியல் உகலியக்கத்தின்போது உண்டாகின்றன. காற்று மண்டலத்தில் இருந்து பெய்யும் நீர் (வெண்பனி உருகு நீர், மழை நீர்) உகலியக்க விளைவுப் பொருள்களினூடே செல்லுகையில் அவற்றைக் கரைத்து கீழ்ப்படலங்களுக்குக் கொண்டு செல்கிறது. கரையாப்பொருள்கள் (களிமண், மணல், பாறைக்கசடு ஆகியவை) மேற்பரப்பில் தங்கிவிடுகின்றன.

உயிரியல் அல்லது **உயிர்ம** உகலியக்கம் (Biological or organic weathering). புவிப் பொருக்கின் மேல் படலங்களில் நுண் உயிர்மங்கள் உள்ளதால் வேதியியல் கிளர்ச்சிகள் ஊக்குவிக்கப் கின்றன. இவ்வாறாக, வெர்னாட்ஸ்கியின் (V. I. Vernadsky) கருத்துப்படி, ''பேக்டீரியாவும்'' பங்கு கொண்டால்தான் பெல்ஸ்பார்கள் உயிரியல் உகலியக்கத்தால் பாதிக்கப்படுகின்றன. நீரும்,

கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடும் மட்டும் செயல்படும்போது உகலியக்கம் பெல்ஸ்பாறை ஒன்றும் செய்யவில்லை.



படம் 24, மரவேர்களினால் பாறைபிளக்கப்படுகிறது.

உயிர்மங்கள் பாறைகளைப் பௌதிக—, வேதியியல் முறைகளில் மாற்றுகின்றன. பாசி வகைகள் (lichen mosses) பாறை மேற்பரப்பில் அடையாக வளர்கின்றன; பாறையிலிருந்து சத்துக்களை உறிஞ்சிக்கொண்டு பாறைகளை அழிக்கின்றன. தாவரவேர்களும் பாறைகளைப்பௌதிக வேதியியல் முறைகளில் அழிக்கின்றன. (படம் 24). துன்னெலிகள் (moles) எறும்புகள், மண் புழுக்கள் ஆகியவையும்கூட பாறைகளை உதிரியாக்குகின்றன.

எல்லா விதமான உலகலியக்க முறைகளிலும் ஓர் உகலியக்கப்பொருக்கு உருவாகிறது. உகலியக்கப் பொருக்கில் ஒரு பகுதியில் இருக்கும் கரையக்கூடிய உப்புகள் நீரில் கரைந்து நீங்கிவிடுகின்றன. இடம் பெயராத இப் பகுதிக்கு ''எலூவியம்'' (eluvium) என்று பெயர். பலவித உயிர்மங்களின் உயிரியக்கத்தால் மாற்றப்பட்டு, வளப்படுத்தப்பட்டுள்ள உகலியக்கப் பகுதிக்கு மண் (soil) என்று பெயர். தாவரங்கள்:மண்ணிலிருந்து நைட்ரஜன், பொடாஷியம், பாஸ்பாரஸ், கேல்ஷியம், கந்தகம், இரும்பு, செம்பு, மெக்னீஷியம், ஆக்சிஜன், ஹைட்ரஜன் மற்றும் பல வேதியியல் கூட்டுப் பொருள்களை உறிஞ்சுகின்றன. ஆனால், இத்தாவரங்கள் இறந்தபின் மண்ணிலிருந்து எடுத்த பொருள்களையும் காற்றிலிருந்து எடுத்த பொருள்களையும் சேர்த்து மண்ணுக்கே அளிக்கின்றன. ஒளியியைபு ஆக்கத்தின் போது (Photosynthesis) தாவரங்கள் கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடை மாச் சத்தாகவும் (starch) ஸெல்லுலோஸாகவும் (cellulose) மற்ற உயிர்மக் கூட்டுப்பொருள்களாகவும் மாற்றுகின்றன. இவை தாவரங்கள் இறந்தபின் மண்ணுக்கே திரும்பிவந்து அழுகுவதாலும், நசிக்கப்படுவதாலும் மேலும் மாற்றமடைகின்றன. தாவர இழைமங்கள் (tissues) கனிமத் துணுக்குகளுடன் கிளர்வுகொள்ளும் புதிய கூட்டுப் பொருள்களை உண்டாக்குகின்றன. இவற்றின் ஒரு பகுதி மண்ணில் தாவரச் சத்தாகச் (humus) சேமிக்கப்படுகிறது. இதுவே பாறைக்கும் மண்ணுக்கும் உள்ள வேறுபாட்டைக் காட்டுகிறது; மண்ணை வளமுடையதாக்குகிறது.

மண் ஆக்கம் ; மண் ஆக்கத்தில் தாவரப் போர்வை முக்கிய பங்கு கொள்கிறது. ஆகவே, புவிமேற்பரப்பில் காணப்படும் வெவ்வேறான வெப்பதட்ப நிலைகளிலும் புவி-தாவர நிலைமைகளிலும் இவ் வியக்கம் வெவ்வேறான முறைகளில் நடைபெறுகிறது. தாவர

வகையையும், தாவரங்கள் இறந்த பிறகு ஏற்படும் மாறுதல்களையும் பொருத்து விதவிதமான மண்கள் உண்டாகின்றன. ஆனால், தாவரப்போர்வை வெப்பதட்ப நிலைகளைப் பொருத்து உள்ளதால் மண்வகைகள் வெப்பதட்ப நிலையின் அடையாளங்களைப் பெறுகின்றன. ஆகவே மண், வெப்ப-தட்பநிலை, தாவரப் போர்வை ஆகியவை ஒன்றோடொன்று தொடர்புகொண்டுள்ளன.

காலஞ் சென்ற பேராசிரியர் வாஸிலி வில்லியம்ஸ் (Vasily williams) கூறியபடி, ''மண்ணியலை (soil science or pedology) முக்கியமாகக் காற்று மண்டலத்தையும், நீர்மண்டலத்தையும் தொட்டாற்போல் உள்ள கல்மண்டலத்தின் மேல்படலங்களில் உயிர் மண்டலத்தின் நேர்முகமான ஈடுபாட்டுடன் நிகழும் செயற்பாடுகளை ஆயும் நிலப்பொதியியலின் ஓர் அத்தியாயம் என்று கருதவேண்டும்''

மண்ணை ஓர் இயற்கை வரலாற்றுவயப் பண்டமாகக் கருதி அதை ஆயவேண்டிய தேவையை முதன் முதலில், ரஷ்ய நிலப்பொதியியல் வய-மண்ணியலின் தந்தையாகிய வாஸிலி டோகுசாயேவ் (Vasily Dokuchayev) வெளியிட்டார். மண் என்பது நீர், காற்று, பலவகையான இறந்த உயிர்மங்கள் ஆகியவற்றால் இயற்கையில் மாற்றப்பட்டுள்ள பாறைகளின் (எதுவானாலும் சரி) பொலிவாக வெளியே தெரியும் படலங்கள். இதையொட்டி இவர் இயற்கையான மண் ஆக்கச் செயலிகள் சிலவற்றுக்குச் சிறப்பிடம் தந்தார்: தாய்ப் பாறை, வெப்பதட்பநிலை; தாவர வளர்ச்சி, நிலமேற்கூறு (topography) காலம் (மண்ணின் வயது. மண்ணியலின் (pedology) முக்கியப் பெரும்பணிகள் பின் வருவன: 1. புறநிலப் பொதியியல் விசைகளின் விளைவாட்சிக்குட்பட்டுள்ள நிலையில் தாய்ப் பாறையின் ஆக்கம் 2. இடையில் நுழைந்தவாறுள்ள உயிர்மங்களின் விளைவாட்சிக்குட்பட்டுள்ள நிலையில் தாய்ப் பாறையிலிருந்து மண்ணின் பிறப்பு. மண்ணும் தாய்ப்பாறையும் எல்லா நிலப்பொதியியல் விசைகளும் (உயிர் உலகும் உட்பட) தொடர்ந்தாற்போல் வளர்ந்து கொண்டே இருக்கும் நிலையில் உள்ளன என்பது வெளிப்படை.ஆகவே, பிறப்புவயமான, மற்றும் பரிணும வயமான விதிமுறைகளின் அடிப்படையில் மண் ஆயப்படுகிறது.

நாம் முன்பே கூறியுள்ளபடி, புவியின் மேற்பரப்பு, சிக்கலான பௌதிக—, வேதியியல்வய—, உயிர்மவய—உகலியக்கங்களால் ஒரு மண் போர்வையைப் பெறுகிறது. மண்ணின் உயிரியக்க வன்மை (fertility) இதை மற்றப் பாறைகளில் இருந்து வேறு

படுத்திக் காட்டுகிறது. பிறப்பின் காரணமாக மண் பின்வருவன வற்ருல் ஆகியுள்ளது:

1. கடினமான கனிமத்துணுக்குகள்; 2. உயிர்மப் பிண்டங்கள் (remains); 3. வாழும் உயிர்கள்; 4. நில-நீரும் காற்றும் மண்ணின் கடினமான துணுக்குகள் கனிம—, உயிர்ம—பொருள்களால் ஆனவை. இவை இரண்டில் கனிமத் துணுக்குகள் அதிகமாக உள்ளன.

மண்ணில் மிகவும் பரவலாக உள்ள கனிமங்கள் குவார்ட்ஸ், பெல்ஸ்பார், மைகா துணுக்குகள்; அவ்வப்போது கேல்ஸைட், ஜிப்ஸம், பெர்ரிக் ஆக்ஸைடு ஆகியவையும் காணப்படுகின்றன. மேலும் ஜியோலைட்டுகளும் (zeolites), களிமண் துணுக்குகளும், கெயோலினைட்டும், மாண்ட் மாரில்லனைட்டும் ஏறத்தாழ முக்கியத்துவம் வாய்ந்த முறையில் திரண்டுள்ளதையும் காண லாம்.

மண்ணிலுள்ள கனிமத் துணுக்குகளை அவற்றின் அளவினுல் தெரிந்து கொள்ளலாம். ஆகவே, ஒரு மண்ணின் சால்பான குணங்களைச் சொல்லும்போது அவற்றின் பௌதிகவயக் கூட்ட மைவை, அதாவது, அதிலுள்ள கனிமங்களின் துகள் மணி அளவைக் குறிப்பிடவேண்டும். பலவகையான மண்களின் பெயர் அவற்றிலுள்ள பெருந்துகள் சிறுதுகள்களின் அளவைப் பொருத்தது. ஆகவே, மண்களை கல்வயமான, மணல் வயமான—, வண்டல் வயமான—, களிவயமான மண்கள் என்று பலவாருகக் குறிக்கிறேம்.

மண்ணிலுள்ள உயிர்மப் பொருள் பெரும்பாலும் மக்கல் உரத்தால் (humus) ஆனது; இதுவே மண்ணுக்குச் சாம்பல், பழுப்பு, கருப்பு, எனப் பலநிறச் சாயல்களை ஊட்டுகிறது. இயற் கையில் எச் சூழ்நிலையில் மண் உண்டாகிறதோ அதைப் பொருத்து மக்கல் உரத்தின் வகையும் அளவும் வேறுபடும்! இதனுல்மண்ணின் நிறமும் ஒன்ருய் இருப்பதில்லை. தாவரங்கள், மிருகங்கள், நுண் உயிர்மங்கள் ஆகியவை இறந்து விழுந்து மக்குவதால் மக்கல் உரம் உண்டாகிறது; அவற்றின் உயிரியக்க விளைவுப் பொருள்கள் மக்கல் உரத்தில் அடிக்கடி காணப்படுகின்றன. உயிர்மங்களின் பிண் டங்கள் அழுகும்போது அவற்றின் உருவம் குலைகிறது. மாவுச் சத்து (starch) ஸெல்லுலோஸ் (cellulose), முட்டை வெண்கரு (olbumin) ஆகியவை எளிதில் அழுகுகின்றன. மரநார்ப் பொருள் (பீட்) வெகு நாட்கள் வரை அழுகாமல் இருக்கும். தாவர இழைமப் பொருள் (tissue) அங்ககவயல் பகுதியுடன் மக்கள்

உரத்தில் கலந்தவாறு பாதுகாக்கப்பட்டுள்ளது. மக்கல் உரம் (humus), அடிப்படையில், மிகவும் நிலைத்த குணமுடைய தாவர அழுகு பொருள்களால் ஆனது. மக்கல் உரத்தின் வகை அது எந்த விதமான தாவரத்திலிருந்து உண்டானதோ அதைப் பொருத்தது. சோவியத் ரஷ்யாவின் வடபகுதிகளில் உள்ள கூம்புக்காய் மரங்களை (coniferous) உடைய 'பாட்சால்வய (padsol, சாம்பல் மண்) மண்களில் உள்ள மக்கல் உரம் வெளிர் நிறத்தையும், அதிக அளவு ஆக்சிஜனையும் கொண்டுள்ளது. இது சிறிதளவே நிலையான மக்கல் உரப் பொருளை உடையது; மிகுந்த அளவு நீரில் கரையக் கூடிய பொருள்களைப் பெற்றுள்ளது.

மண்ணில் நீலநீரின் இயக்கம் முக்கியமானது; இது செடிகளின் (வேர்கள், உறிஞ்சுவதற்கு ஏற்ப சத்துப் பொருள்களைக் கரைத்துவிடுகிறது. இந்த நீரைக் கனிமங்களும் உயிர்மப் பொருள்களும் கரைந்துள்ள ஒரு கரைசல் எனலாம். இக் கரைசலில் கனிமப்பொருள் மிகுதியாக இருந்தால் மண்ணில் உப்புச்சத்து அதிகமாக உள்ளது. (எ. கா. வெண்மையான ஆல்கலி மண்கள்); கரைசலில் அதிக அளவு உயிர்மப் பொருள் இருந்தால் மண் சதுப்புநில மண்போல் உள்ளது (''பீட்''மண்). சிலபோது மணல்வய மண்களில் உள்ளவாறு உப்புகளும், உயிர்மப் பொருள்களும் குறைந்த அளவே உள்ளன.

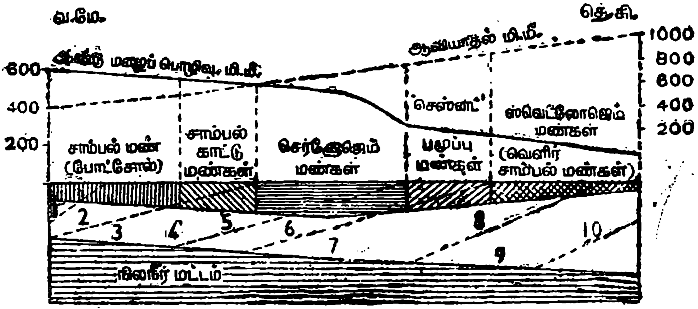
மண்ணிலுள்ள காற்றுக்கும் காற்றுமண்டலத்திலுள்ள காற்றுக்கும் வேற்றுமை உண்டு. மண்ணில் உயிர்மப் பொருள்கள் அழுகுவதால் கிக்கலான கிளர்வுகள் ஏற்படுகின்றன: இதனால் கார்பன்டை ஆக்சைடுவாயு அளவு அதிகரிக்கிறது; மற்றும் காற்றுமண்டலத்தில் இல்லாத வாயுக்கள் வெளியிடப்படுகின்றன. மண்ணிலுள்ள காற்றில், காற்றுமண்டலக் காற்றில் இருப்பதைவிடக் குறைந்த அளவு ஆக்சிஜனே உள்ளது.

மண்கள் பலவிதமாக உயிர்களை உள்ளடக்கியுள்ளன; இவை பெரும்பாலும் நுண் உயிர்மங்களாக உள்ளன. ஒரு கிராம் எடை மண்ணில் மில்லியன் கணக்கான உயிர்மங்கள் உள்ளன. தாவர வேர்களைச் சுற்றிலும் மிகவும் அதிக எண்ணிக்கை நுண் உயிர்மங்கள் காணப்படுகின்றன.

மண்களின் கூட்டமைவு எப்போதும் வெப்ப-தட்ப-நிலைக்கூறுகள், தாவர வளர்ச்சியுடன் சம்பந்தப்பட்ட செயல் முறைகள் ஆகியவற்றின் விளைவாட்சிக்கு உட்பட்டுள்ளது. மனிதன் மண்ணை உழுது, உரமிட்டுப் பயிர்த்தொழில் செய்வதால் மண் மிகப் பல மாறுதல்களை அடைகிறது.

மண்களின் புவியியல் பரப்பீடு (geographical distribution of soils): மண் எல்லாவற்றையும் விட அதிகமாக வெப்பதட்ப நிலை யாலும் தாவரங்களாலும் பாதிக்கப்படுகிறது. புவிப்பரப்பில் வடக்கிலிருந்து தெற்காக வெப்பதட்ப நிலை மாறுபடுகிறது. தாவ ரங்களிலும் இதேபோல் மாறுபாடுகள் காணப்படுகின்றன. இத்தோற்றப்பாடு மண்களில் காணப்படும் மாறுபாட்டில் ஒரு வகை முறைமை இருப்பதற்குக் காரணமாகிறது.

பொதுவாக, வெப்பதட்ப மண்டலங்களுக்கு (zones) ஏற்ப மண்கள் குறிப்பிட்ட நிலப்பட்டைகளில் பரவியுயுள்ளன. (படம்25)



படம் 25. சோவியத் ரஷ்யாவின் ஐரோப்பியப் பகுதியில் மண் ஆக்கச் செயல் முறையின் வளர்ச்சியைக் காட்டும் படம். (ஜக்காரோவைப் பின்பற்றியது.)

1. மக்கல் பொருள் அடித்துச் செல்லப்படல்; 2. மக்கல் பொருள் சேமிக்கப் படல்; 3. R_2O_3 அடித்துச் செல்லப்படல்; 4. R_2O_3 சேமிக்கப்படல்; 5. $CaCO_3$ கரைக்கப்படல்; 6, $CaSO_4$ கரைக்கப்படல்; 7. $CaCO_3$ சேமிக்கப்படல்; 8. $NaCl—Na_2SO_4$ கரைக்கப்படல்; 9. $CaSO_4$ சேமிக்கப்படல்; 10. கரையும் உப்புகள் வீழ்படிவாதல்;

படத்தில் வரைய :

N. W.—வ. மே. S. E.—தெ. கி. Annual Precipitation, mm—ஆண்டு மழை பொழிவு, மி.மீ. evaporation, mm.—ஆவியாதல் மி. மீ. Podsols—சாம்பல் மண் (போட்சோல்) Grey wood soils...சாம்பல் காட்டு மண்கள் Chernogems—"செர்னோஜெம்" மண்கள். Chestnut and brownsoils—'செஸ்னட்'-, பழுப்பு மண்கள் Suetogeun—'ஸ்வெட்லோஜெம்' மணகள். (Pale-grey soil)—(வெளிர்-சாம்பல் மண்கள்) Ground water level—நிலநீர் மட்டம்.

மண்ணின் முக்கிய வகைகள் பின்வருவன; (1) டுண்ரா Tundra); (2) சாம்பல் மண் (Podsol) (3) சாம்பல் காடு (Grey-forest); (4) செர்னோஜெம் (Chernozem); (5) செஸ்ட்னட்

Chestnut): (6)ஸ்டெப்பீஸ் புல்வெளிகளின் பழுப்புமண்; (7)பாலை (சாம்பல் அல்லது வெளிச் சாம்பல்) (8) வெள்ளை ஆல்கலி, உவர் மண், (9) லேட்டிரைட் (செம்புராங்கல்).

வடகோடிப் பகுதியின் வெப்பதட்ப நிலையின் ஆண்டு சராசரி வெப்பநிலை சுன்னத்துக்கும் கீழே உள்ளது. தாழ்வெப்பங்களில் காற்று மிக ஈரமாக உள்ளதால் ஆவியாதல் மிகக்குறைவு. ஆண்டு மழை பொழிவு மிகவும் குறைவு, 250-300 மில்லிமீட்டர். சராசரி வெப்ப அளவு சுன்னத்துக்கும் கீழே உள்ளதால், தரைக்குக் கீழே அரை மீட்டர் ஆழத்திலோ அதற்கும் குறைவான ஆழத்திலோ நிலைப் பனிப்படலம் காணப்படுகிறது. இப் படலத்தில் நீர் புகமுடியாது; எனவே, பெயல் நீர் மேற்பரப்பில் தங்கி சதுப்பு நிலங்களை உண்டாக்கும்.

பாசிகள் (Reindeer Lichen) கோரை, நாணல் (sedge, rush) போன்ற அமிலப் பூண்டுகள் (acid herbage), சிறு புதர்கள் (cloved berry, blue berry, bear berry) ஆகிய சிலவகைத் தாவரங்கள் இங்கு வளர்கின்றன. இதற்கும் தெற்கேயுள்ள பட்டையில் குள்ள பிர்ச் (dwarf birch), வில்லோ (willow) ஆகியவை வளர்கின்றன. டுண்ராவின் சில பகுதிகளில் மண்ணே இல்லை. டுண்ராவிலுள்ள மிகத்தாழ்ந்த வெப்பநிலையின் காரணமாகத் தாவரங்கள் மிக மெதுவாக அழுகுகின்றன: இதனால் புற்கரண் படுகைகள் (turf heds) உண்டாகின்றன. இங்குள்ள சூழ்நிலைகள் உயிர்ம வளர்ச்சிக்கு ஏற்றவையல்ல; ஆகவே, இங்குள்ள மண்களில் மக்கல் உரம் மிகக்குறைவாக உள்ளது. ஆற்றுப் பள்ளத்தாக்குகளில் உள்ள சக்கை நிலக்கரி (பீட்) வயமான மண்களில் மட்டுமே புல் வெளித் தாவரங்கள் உள்ளன. டுண்ராவின் தெற்கு எல்லையில் காட்டுத் தாவரங்கள் எப்போதாவது காணப்படுவதுண்டு.

டுண்ரா பகுதிக்குத் தெற்கே வெப்பதட்ப நிலை சற்று மிதமாகிறது; இங்கு சராசரி ஆண்டு வெப்பநிலை தாழ்வானது; சுன்னத்துக்கும் உயர்வாக உள்ளது; குளிர்காலம் குட்டையானது. கோடைக்காலம் மேலும் வெம்மையானது. மண் வெம்மையாக உள்ளது; நிலைபனி இல்லை. இது காட்டுப்பகுதி, இப்பகுதியில் பனியாற்றுப் படிவுகள் அடிப்படைப் பரப்புப் பாறையாக உள்ளன. தாழ்வான பகுதிகளில் பனிக்கட்டி உருகிய நீரால் ஆன ஆறுகளால் அரிக்கப்பட்ட பனியாற்றுச் சுமையிலிருந்து உண்டான மணற்படிவுகள் உள்ளன. ஆண்டுமழை அளவு 600 மில்லி மீட்டர் இதில் சிறிதளவு நீர் மண்ணினுள்ளும் பாறையினுள்ளும் வெகு ஆழம் ஊறிச் செல்கிறது.

அடிப்படைத் தாவரப்போர்வை காடுகளால் ஆனது: வடக்கே கூம்புக்காய் மரக்காடுகள் (taiga), தெற்கே கலப்புக்காடுகள் (coniferous and leaf-bearing).

டுண்ரா பகுதியில் இல்லாத தனிப்பட்ட வகை மக்கல் உரம் இந்தக் காட்டுப் பட்டையில் உண்டாகிறது.

மர அடிப்பாகங்களிலும் ஊசிகளிலும், இலைகளிலும் பூண்டு வகைகளில் (herbs) இல்லாத பிசின்களும், பதனிடு பொருள் களும் இருப்பதே இதற்குக் காரணம். இவை சிறிதளவு நைட்ரோ ஜனும், சாம்பல் சத்தும் கொண்ட அமிலப்-பொருள்கள். ஆகவே, காட்டுமண் டுண்ராமண்ணுக்கு மாறுபட்ட நுண்ணுயிர்க் கூட்ட மைவை (bacterial composition) உடையது. புவி-தாவர இயலில் காட்டு உயிர்மப் பொருள்களில் நசிவு பூஞ்சை (காளான்வகை, fungus)—நசிவு எனப்படும். ஏனெனில், இவ்வகை நசிவில் பூஞ் சைக் காளான்கள் எனப்படும் தாழ் வகைத் தாவரங்கள் முக்கிய பங்கு கொள்கின்றன. நசிவினால் அமிலவய, வெளிர்நிற, நீரில் கரையும் மக்கல் உரம் உண்டாகிறது. பல அம்சங்கள் கரைவ தால் மண் மஞ்சள் நிறம் பெறுகிறது. அதிக ஈரம் உள்ளதால் ஆல்கலிகளும் சுண்ணமும் மண்ணிலிருந்து கரைந்து அடிப்பகுதி களுக்குச் சென்றுவிடுகின்றன. 20 செ. மீ. ஆழத்தில் உள்ள மேல் மண்படலம் நன்றாக அலசப்படுகிறது.

மண்சாயலைப் பார்வையிடும்போது அதன் மிக மேலான படலங்களே பிணைக்கும் பொருளான மக்கல் உரத்தைச் சிறிதளவு பெற்றுள்ளதைக் காணலாம். இதற்கடியிலுள்ள சாம்பல் போல் காட்சிதரும் வெளிர் நிறப்படலம் பாட்சால் படலம் (podsolic layer) எனப்படும். இதிலுள்ள சத்துகள் கரைத்து எடுக்கப்பட் டுள்ளதால் இது வறு நிலமாகும். மேலே இருந்து கரைந்து வந்த பொருள்கள் ஊறும் படலம் ஒன்று இதனடியில் உள்ளது. இப் பொருள்கள் காரைபோல் அமைகின்றன; இப்படலத்தின் நிறம் மற்றும் பல குணங்களை இவையே தீர்மானிக்கின்றன, இப்படலத் தின் மேற்பகுதி வெளிர் மஞ்சள் நிறமானது. முழுப் படலமும் கூர்முனைகளைக் கொண்ட பல்முக வடிவுகளாகப் (poly hedrons) பிரிந்துள்ளன. ஆழம் போகப்போக இப்படலம் செம்பழுப்பு நிறத்தைப் பெறுகிறது. அவ்வப்போது பெரும் பாளங்களைப் போன்றோ தூள்களைப் போன்றோ உடைகிறது.

பாட்சால் மண்ணும் புற்கரணும் பொதுவாக வறிதான மண் களானலும் உரமிட்டால் இவை செர்னோஜெம் (chernozem) போலச் செழிப்பாகின்றன.

காட்டுப் பகுதிக்குத் தெற்கே ஸ்டெப்பி புல்வெளிப்பகுதி பரந்துள்ளது. இப் புதிய வெப்ப-தட்பவய, புவித்தாவரப் பகுதி தட்டையான புடைகூற்றையும் உலர்ந்த வெப்ப-தட்ப நிலையையும் உடையது. கோடைக்காலம் நீண்டது; வெப்பமானது; குளிர் காலம் குறுகலானது; பனி உருகு காலம் பிப்ரவரி மாதக் கடைசிக்குள் ஆரம்பித்துவிடுகிறது.

இங்கு மண் நன்முகச் சூடாக்கப்பட்டுள்ளது; புரைமையின் விளைவால் காற்றூட்டமுடையதாயும் உள்ளது. இதனால் தாவர மிருகப் பிண்டங்கள் முற்றிலும் அழுகிவிடுகின்றன. இது பெருமளவு நீரில் கரையும் மக்கல் உரத்தை உண்டாக்குகிறது. இது மண்ணில் உள்ள இரும்புடனும் சுண்ணத்துடனும் சேர்ந்து அதைக் கெட்டியாக்குகிறது. மக்கல் உரம் திணிந்த மண் 100 செ.மீ. தடிப்பு வரையுள்ள ஒரு படலமாக அமைவதுண்டு. மக்கல் உரம் செறிந்துள்ளதால் மண் கருநிறம் பெறுகிறது; இதனால் வந்த பெயரே செர்னோஜெம் (chernozem).*

ஸ்டெப்பீ பட்டையிலுள்ள மண்ணில் மக்கல் உரத்தின் அளவு எங்கும் ஓர் அளவாக இல்லை. காடுகளை அடுத்துள்ள பகுதிகளில் மக்கல் உர அளவு வெட்டவெளியான ஸ்டெப்பீயில் உள்ளதை விடக் குறைவாக உள்ளது. மக்கல் உர அளவு கீழே செல்லச் செல்லக் குறைவதால் மண் வெளிர் நிறமாக மாறுகிறது.

செர்னோஜெம் மண்ணுக்கும் பாட்சால் மண்ணுக்கும் இடைநிலையில் உள்ள 'சாம்பல் காட்டு மண்' பட்டை பாட்சால் மண்ணுடைய அடர்ந்த காட்டுப் பட்டைக்கும் செர்னோஜெம் உடைய புல்வெளிகளுக்கும் இடையே உள்ளது. இப் பட்டையில் காட்டுக்கும் புல்தரைக்கும் இடையே போராட்டம் நடைபெறுகிறது. ஏனெனில், காலாகாலமாக நடைபெறும் ஈரத்திலிருந்து வரண்ட நிலைக்கு மாறும் ஊசலாட்டத்தின் விளைவாகக் காடு புல்வெளியாகவும் புல்வெளி காடாகவும் மாறுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, மேற்கு உக்ரெய்னிலும் யூரல் மலைக்கு மேற்கிலும் காட்டுப் பட்டையும் புல்வெளியும் மாறிமாறி வரும் பட்டைகளாக உள்ளன. இதனால் இதனைக் காடு-புல்வெளி என்பர். இங்கு செர்னோஜெமுக்கும் பாட்ஸாலுக்கும் இடையேயுள்ள மண் நிலை காணப்படுகிறது.

சாம்பல் காட்டு மண் ஸ்டெப்பி புல்வெளிக்கும் காட்டுக்கும் இடையே இயற்கையான சூழ்நிலைகளில் ஏற்படும் போட்டியினாலும்,

* chernaya zemlya—கருப்பு மண்

மனிதன் புது நிலங்களை உண்டாக்கும்போதும், காட்டை வெட்டி எரித்து அழிப்பதாலும், பாட்ஸால் மண்ணை உழுது உரமிடுவதாலும் உண்டாகிறது. தாவரப் போர்வை அதனோடு மாறிவிடுகிறது; காடுகள் அழிந்து புற்களுக்கும் தானியவகைகளுக்கும் (cereals) இடம் கொடுத்து விடுகின்றன.

சாம்பல் காட்டு நிலங்கள் அதிக அளவில் காணப்பட்டாலும் தகைசால்பான ஸ்டெப்பீ செர்னோஜெம்மைப்போல் செழிப்பானவையல்ல; அதிலுள்ள மதிப்புள்ள பௌதிகக் குணங்களையும் உடையன அல்ல.

தென் கிழக்கில், ஸ்டெப்பீ மண்கள் செஸ்ட்நட் (chestnut) மண்களாக மாறுகின்றன ; இதற்கு வெப்ப-தட்ப நிலையில் ஏற்படும் திடீர் மாற்றமே காரணம் : இங்கு ஆண்டுப் பொழிவு 250 மி. மீட்டருக்கும் குறைவாய் உள்ளது ; கோடை நீண்டுள்ளது ; வெம்மையாய் உள்ளது. குளிர்காலம் கடுமையானது, குறுகலானது. இங்குள்ள மண்களில் ஈரம் குறைவாக உள்ளது ; இதனால் தாவர வகைகளும் மாறுகின்றன. சிறகு-புல்லும் (feather-grass), ஆட்டுக்குச்சிப் புல்லும் (sheeps fescue) உடைய தெற்கு செர்னோஜெம் ஸ்டெப்பீ புல்வெளிகள் குச்சிப்புல்லும் காஞ்சிரை வகைப் பூண்டும் உள்ள (fescue, worm wood) ஸ்டெப்பீக்களாக மாறுகின்றன. இதற்கும் இன்னும் தெற்கே வெறும் காஞ்சிரை வகைப் பூண்டுகள் மட்டுமே உள்ள ஸ்டெப்பீக்களாகிவிடுகின்றன. இங்கு மண் உண்டாகும் விதமும் வேறானது. இங்குள்ள மண் பழுப்பு நிறமுடையது. செர்னோஜெம் பகுதிக்குக் கீழே உள்ள செஸ்ட்நட் மண்கள் சற்று அதிக அளவு மக்கல் உரத்தை உடையன ; நிறமும் கருப்பாக இல்லாது வெளிர்நிறமாகிறது.

செஸ்ட்நட் மண்கள் செழிப்பானவை. மழை குறைவாக உள்ளதால் செயற்கைப் பாசன வசதியுள்ள அல்லது ஈரத்தைச் சேமித்துப் பாதுகாக்க, மற்ற முறைகளைக் கையாளக்கூடிய இடங்களில் மட்டுமே பயிர்த்தொழில் செய்ய முடிகிறது.

செஸ்ட்நட் மண்கள் மெல்ல மெல்லப் 'பழுப்பு' மண்களுக்கு இடம் கொடுக்கின்றன; இதற்குக் காரணம் வெப்ப-தட்பநிலை வரண்டதாக உள்ளதும் இதற்கு முன் உள்ள பகுதியைவிட வெப்ப மாற்றத் தாழ்வு அதிக வீச்சுடன் நடைபெறுவதுமாகும்.

இந்த மண்களில் கரையும் உப்புகள் நிறைய உள்ளன; மக்கல் உரம் மிகக் குறைவாக உள்ளது.

பழுப்பு மண்களுக்குத் தெற்கே 'சாம்பல்' அல்லது வெளிர்-சாம்பல் மண்ணை உடைய பாலைப்பட்டை உள்ளது. ஆண்டுச் சரா சரிப் பொழிவு 100 மி. மீட்டருக்கும் குறைவாக உள்ளது; சில போது ஒரு சில மி.மீ. அளவே உள்ளது. குறிப்பிடத்தக்க அள வுக்கு வெப்ப ஏற்றத் தாழ்வு (கோடையில் 85° செ; குளிர்காலத் தில் —35 செ) காணப்படுகிறது.

இப் பட்டையில் தாவரப் போர்வை தொடர்ந்தாற்போல் இல்லை; இது முக்கியமாக இளவேனில் தொடக்கத்தில் ஆரம்ப மாகி, அதே பருவகாலத்தின் முடிவில் வாடிவிடுகிறது. சாம்பல் மண்கள் பெருமளவு கேல்ஷியம் கார்பொனேட்டையும் மற்றும் சோடியம் குளோரைடு, சோடியம் சல்பேட், மெக்னீஷியம் சல் பேட் போன்ற கரையும் உப்புகளையும் உடையன. இவை மிகுந்த சுண்ணம், உயர் சாம்பல் பொருள்; குறைந்த மக்கல் உரம் ஆகிய வற்றின் காரணமாகச் செழிப்பற்று உள்ளன. காய்ந்ததும் இவை தூள் தூளாக உதிர்ந்து விடுகின்றன. நுண்புழை நீர்களால் எடுத் துச் செல்லப்படும் பலவகையான உப்புகள், அவ்வப்போது, நில நீர் மேற்பரப்புக்கு அருகே உள்ள தாழ்வான நிலப்பகுதிகளில் சேமிக்கப்படுகின்றன. இவை இயற்கையாக வளமற்று இருந் தாலும், போதிய அளவு நீர் பாய்ச்சினால் நல்ல வளம்பெறுகின்றன. சோவியத் யூனியனின் நடு ஆசியக் குடியரசுகளில் இவற்றில் பயிர்த் தொழில் நடைபெறுகிறது; இங்குத் திறமையான பாசன வசதிகள் பாலைகளைச் சோலைகளாக்கி உள்ளன.

மித், அல்லது வெம்மையான அல்லது மிகு வெப்பமான வெப்ப-தட்ப நிலைகளை உடைய இடங்களில் கரையக் கூடிய உப்பு களை உடைய பாறைகளின்மேல் 'வெள்ளை ஆல்கலி' மற்றும் 'உவர்' மண்கள் உண்டாகின்றன. குறைந்த ஈரப்பதத்தாலும், மிகுந்த ஆவியாதலாலும் நிலநீரின்-நுண்புழை ஓட்டங்கள் நீரில் கரையும் உப்புகளை மேற்பரப்புக்குக் கொண்டு செல்கின்றன. பாறை களிலோ அல்லது அவற்றை ஈரமாக்கும் நிலநீரிலோ எவ்வளவுக்கு எவ்வளவு அதிக உப்பு உள்ளதோ, அவ்வளவுக்கு அவ்வளவு அதிக மாக உவர் மண்கள் உண்டாகின்றன. இவை அடிக்கடி, தவறாக, அதிக அளவு நீரைப்பாய்ச்சும் பழக்கத்தால் உண்டாகின்றன.

செம்மண்களும் (laterite soils-terra rosa) இதேபோல் அதிக ஈரம், அதிக வெப்பம், அதிகத் தாவர வளர்ச்சி உள்ள இடங்களில் உண்டாகின்றன. அதிக மழையும், அதிக வெப்பமும் பாறையை அதிகமாக நசிவடையச் செய்கின்றன. கரைதலை அதிகப்படுத்து கின்றன; தாவர மிருக உடல்களை வேகமாக அழுகச்செய்கின்றன.

இதன் விளைவாக மண்ணில் அதிக அளவு மக்கல் உரம் சேமிக்கப் படுகிறது. லேட்டிரைட்வய மண்களில் காற்றும் நீரும் எளிதில் புகமுடியும்; இதன் ஈர அளவு அதிகம். உரமிட்டுப் பயன்படுத் தினால் இவை நல்ல செழிப்பான மணல்களாகின்றன.

ஒவ்வொரு மண்ணும் அது எந்த இயற்கைச் சூழ்நிலையில் உண்டாயிற்றோ அதை அடுத்தது காட்டும் கண்ணாடிபோல் தெரி விக்கின்றன. ஆனால், புவியின் மண் போர்வை நிலையானதன்று. நூற்றாண்டுகளின் போக்கில் வெப்பதட்பநிலை மாறுபடுகிறது; இது தாவர வளர்ச்சியில் மாறுபாட்டை உண்டாக்குகிறது. இதனால் மண்கள் மாறுகின்றன. பாதாளப் பாறைகளின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றங்கள் எவ்வாறு மெல்ல மெல்ல இயற்கைச் சூழ்நிலைகள் மாறிக்கொண்டே வந்துள்ளன என்பதைக் காட்ட வல்லவை. எடுத்துக்காட்டாக மிகச் செழிப்பான தாவர வளர்ச்சி யால் மட்டுமே ஆக்கப்படக்கூடிய மிகச் சிறந்த நிலக்கரிப் படிவுகள் ஸ்பிட்ஸ்பெர்கனில் (Spitzbergen) கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. இது பெரிய பனிப்போர்வை மூடிய, உலகிலேயே மிகக் கடுமை யான குளிர் உள்ள பகுதி. இது, இங்கு, தொன்மையில், வெப்ப-தட்ப நிலைகளும், புவி-தாவரச் சூழ்நிலைகளும் இன்று உள்ளதற்கு முற்றிலும் மாறுபட்டவையாக இருந்துள்ளதைக் காட்டுகிறது.

மனிதனால் மண்ணின் குணத்தை மாற்ற முடியும் என்பதை முன்பே கண்டோம். மிகப் பரவலான நிலப்பகுதிகளில் மனிதன் மண்ணைப் பெரிதும் மாற்றிப் பயிர்த் தொழிலுக்கு ஏற்றதாகச் செய்துள்ளான். இவ்வாறு மாற்றுவதால் மண்கள் மேன்மேலும் செழிப்பாக்கப்படும் என்பதில் ஐயம் இல்லை.

எல்லாப் பாறைகளும், அவை எத்தகைய சூழ்நிலைகளில் உண்டாகி இருந்தாலும் சரி, உகலியக்க (weathering) நசிவுக்கு உள்ளாகியே தீருகின்றன. 'மேக்மா' (உருகிய பாறைக் குழம்பு) புவிப் பொருக்கினுள் நுழைந்து குளிர்ச்சி அடைந்து ஆழ்நிலைப் பாறைகளாகிறது. இப் பாறைகள் மேற்பரப்புக்கு வந்ததும் அங்குள்ள குறைவான அமுக்கம், தாழ்வான, ஆனால், மாறுபட்ட வாறே இருக்கும் வெப்ப நிலைகள், காற்று வாயுக்கள், ஈரம் முதலிய புதிய சூழ்நிலைகளுக்கு ஏற்பத் தம்மை மாற்றிக் கொள் கின்றன. உகலியக்கத்தால் புவி மேற்பரப்பின் சூழ்நிலைகளுக்கு ஏற்ற நிலையிலுள்ள புதிய கனிமக் தோவைகள் உண்டாகின்றன.

உகலியக்கம் நிலைப்புத் தன்மையுடைய கழிவுப் போர்வையை (waste mantle) உண்டாக்குகிறது; இப் போர்வை ஒரே இடத்தில்

அப்படியே இருக்குமானால், கண்டப்பகுதிகளின் மேற்பரப்பை முழுதுமாகப் போர்த்திவிடும். ஆனால், வெளிவிசைகள் புவியின் வெளிக் கோளங்களிலுள்ள காற்றையும் நீரையும் அசையச் செய்கின்றன. இவை கழிவுப் போர்வையை உடைத்து இடம்பெயரச் செய்து, இதுவரை உகலியக்கத்துக்கு உட்படுத்தப்படாத பாறைப் பகுதிகளை வெளியே தெரியச் செய்கின்றன. இவ்வாறாகப் பாறைத் தேய்வு (denudation) இடைவிடாது நடக்கிறது.

காற்றின் நிலப்பொதியியல் இயக்கம்

காற்றின் செயலாற்று விசை அதன் திசைவேகத்தைப் பொறுத்தது. நொடிக்கு ஒரு சில இருபது செ.மீ. வீதம் வீசும் காற்றுகூட நுண் துகளைத் தூக்கி எடுத்துச் செல்லும். பலமான காற்று பல செ.மீ. விட்டமுள்ள பெரிய துணுக்குகளையும் உருட்டிச் செல்லும். நொடிக்கு 50 மீட்டருக்கும் அதிகமான வேகமுடைய சூறைக் காற்றுகள் மிகுந்த சேதத்தை விளைவிக்க வல்லவை.

தூசகல்வும் அரித்தலும் (Deflation and Corrasion): காற்று ஒரு குறிப்பிட்ட நிலப்பொதியியல் இயக்கத்தை உடையது; ஆனால், இது எல்லா இடத்திலும் ஒன்று போல் இருப்பதில்லை. சில இடங்களில் காற்றினால் மிகுந்த சேதம் ஏற்படுகிறது; இத்தகைய இடங்களில் தாவர வளர்ச்சி இருப்பதில்லை; இவற்றைக் குறை பாலை அல்லது பாலை நிலம் என்பர். தாவரங்கள் அவற்றின் வேர்களைக் கொண்டு மண்ணைப் பிணைக்கின்றன; ஆகவே, தாவர வளர்ச்சி இல்லாதபோது காற்றின் இயக்கம் அதிகரிக்கிறது. பாலைகளில் வெப்ப அளவு மிகவும் மாறுபடுகிறது. (தினமும் 60°செ அளவு வரை மாற்றம் ஏற்படுகிறது; ஆண்டு மாற்ற வீச்சு 100°செ வரை உள்ளது.) இதனால், பௌதிக உகலியக்கம் கடுமையாகிறது; இதனால் தூசகல்வுக்கு (deflation) ஏற்ற பொருள்கள் உண்டாகின்றன.

காற்று வீசுவதால் புவிப்பரப்பிலிருந்து கிளப்பப்படும் துகள்கள் அவற்றின் துகள் அளவுக்கு ஏற்ப, வெகு தூரங்களுக்குக் கடத்திச் செல்லப்படுகின்றன.

காற்றோட்டங்கள் புவிப் பரப்பின் சமகிடையான தளத்தில் மட்டுமல்லாது செங்குத்தாகவும் வீசுகின்றன. இதனால் மண்ணிலிருந்து பறிக்கப்பட்ட துகள்கள் காற்றில் மேல்நோக்கி வெகு தூரம் வீசியெறியப்படுகின்றன. தூசுகள் பல நூறு மீட்டர் உயரம் வரை தூக்கப்படுகின்றன. சிலபோது பல கிலோ மீட்டர் உயரங்களுக்கும் தூக்கப்படுகின்றன. நுண்மணல் பல இருபது மீட்டர்

உயரத்துக்கு வீசப்படுகிறது; பருவெட்டான மணல் எட்டு அல்லது பத்து மீட்டர் உயரம் வரை வீசப்படுகிறது. உகலியக்கத்தால் உண்டாக்கப்பட்ட பொருள்கள், இவ்வாருக, காற்றினுல் கடத்தப்படுகின்றன. தூசகல்வுக்கு உட்பட்ட இடத்திலிருந்து இவற்றின் ஒரு பங்கு கடத்தப்பட்டு விடுகிறது.

காற்றினுல் எடுத்துச் செல்லப்படும் துணுக்குகள் எதிர்ப்படும் தடைகளின் மேல் மோதி (பாறைகள், திரளைகள், மற்ற அமைப்புகள்) அவற்றைக் கீறித் தேய்க்கின்றன; பளபளப்பாக்குகின்றன. காற்றின் இவ்வகை இயக்கத்தை அரித்தல் (Corrasion) என்பர்.

பாலைகளிலுள்ள கட்டடங்களின் காற்றுப் பக்கமுள்ள ஜன்னல்களின் கண்ணுடி காற்றினுல் அடித்து வரப்படும் மணலால் தேய்வுற்று ஒளிபுகு தன்மையை இழந்துவிடுகின்றன. நடு ஆசியாவில் பல இடங்களில் இன்றுவரை தப்பித்துள்ள பழைய கட்டடங்கள் அரிப்பின் விளைவுகளைக் காட்டுகின்றன. இவை காற்றுப் பக்கமாகத் தரையிலிருந்து $\frac{1}{2}$ மீட்டர் முதல் $1\frac{1}{2}$ மீட்டர் உயரம் வரை குறிப்பாகக் காணப்படுகின்றன; சிலபோது 3 முதல் 4 மீட்டர் உயரம் வரையிலும் காணப்படுவதுண்டு. அரிப்பினுல் உதிர்க்கப்படும் பொருள் காற்றினுல் மேலும் அடித்துச் செல்லப்படுகிறது. உதிரியான பொருள் இவ்வாறு காற்றினுல் அடித்துச் செல்லப்படுவதை தூசகல்வு (deflation) என்பர். அரிப்பும், தூசகல்வும் ஒன்றோடொன்று உறவு கொண்டுள்ளன; ஒன்றை ஒன்று தோற்றுவிக்கின்றன.

அரிப்பின் அளவு எங்கும் ஒன்றுபோல் இருப்பதில்லை; இது பாறையின் கடினத் தன்மையையும், துகள்களின் அளவையும், பாறையில் அவை அமைந்துள்ள தன்மையையும், பாறை இணைப்புத் தளங்களையும் (jointing), படுகைத் தளங்களையும் (bedding), மற்றக் கூறுகளையும் பொறுத்துள்ளது. மென்மையான பாறைகள் அவற்றின் இடையேயுள்ள கடினப்பாறைகள் வெளியே தெரியுமாறு விரைவில் தேய்ந்துவிடுகின்றன.

காற்றினுல் எடுத்துச் செல்லப்படும் துணுக்குகள் தரையின் மேல் 1 மீட்டர் முதல் $1\frac{1}{2}$ மீட்டர் உயரத்துக்குள் காற்றில் மிதப்பதால் அரிப்பின் விளைவு அதிகமாகப் பாறைகளின் அடிப்பகுதிகளில் காணப்படுகிறது. பாலைகளில் சமகிடையாக உள்ள படுகைகளாலான தனித்தனியான பாறைத்திரளைகள் மேஜைகளைப் போலவும் நாய்க் குடைகளைப் போலவும் தேய்க்கப்பட்டுள்ளன.

செங்குத்தாகச் சாய்ந்துள்ள பாறை அடுக்குகள் ஊசிபோலும், தூண் போலும் உருவம் பெறுகின்றன படம் (26—29).



படம் 26. கிஸ்லோவோட்ஸ்க் அருகே படிவுப்பாறைகளின் உகலியக்கம்.



படம் 27. 'விச்சஸ் டவர்' பாறை.

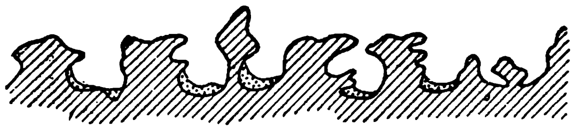


படம் 28. 'பிரமிட் பாறை'-காற்று அரிப்பால் ஏற்பட்டது.



படம் 29. தணற்பாறைகளின் உகலியக்கம்.

அரிப்புப் பாறைகளின் அடிப்பகுதியை மட்டுமல்லாது சம தளங்களையும் தேய்த்து மழமழப்பாக்குகிறது; மென்மையான பாறைகளில் இணை இணையாக உள்ள கூரான நீள மேல்வரைகளைச் (yardangs) செதுக்குகிறது. இத்தகைய நீள மேல்வரைகளுக்கு இடையேயுள்ள பள்ளங்களில் மணல் காணப்படுகிறது (படம் 30). முழு பள்ளத்தாக்குகளே காற்றரிப்பினால் ஏற்பட்டுள்ளன. பாலைகளில் அடிக்கடி காணப்படும் தோற்றப்பாடான சுழல்காற்றுகள், மணலைச் சுருள் வட்டமாக உட்புழையான கூம்பு அல்லது உருளை வடிவில் மேலெழச் செய்கின்றன.



படம் 30. 'யார்டாங்குகள்'

அரிப்புப் பாலையிலுள்ள பாறைக் கட்டிகளையும் தாக்குகிறது. இதனால், இவை தகைசால்பான முப்பட்டை உருவம் பெறுகின்றன.

செங்குத்தான தளங்களின் கடினத்தன்மை ஒரே சீராக இல்லாதபோது, காற்றினால் இடைவிடாது அடித்துக்கொண்டே இருக்கும் மணல் பிறைவடிவ முகட்டொளிப் புழைவாய்களைச் செதுக்குகிறது. இப் புழைகள் சில பத்து செ.மீ. வரை பெரியதாக்கப்பட்டுவிடுவதால் பாறை தேனடைபோல் (honey-comb) உருவம் பெறுகிறது (படம் 31).

சமகிடையாக உள்ள பாறைப்படலம் மென்மையாக இருந்தால் உகலியக்கத்தாலும், அரிப்பாலும், தூசகல்வாலும் விரைவில் பாதிக்கப்படுகிறது. இதனால், பெரிய குகைகள் போன்ற உட்புழைகள் உண்டாகின்றன. காகஸஸ், க்ரிமியா போன்ற இடங்களில் உள்ள சில பள்ளத்தாக்குகளில் இத்தகைய தூசகல்வுக் குகைகள் உள்ளன. இங்குக் கடினமான இயோசீன் (Eocene) சுண்ணப் பாறையின் அடியிலுள்ள மணற்பாறை காற்றால் அரிக்கப்பட்டுள்ளது. சில குகைகள் ஆடுமாடுகளை அடைத்துவைக்கப் பயன்படுத்துமளவுக்குப் பெரியதாய் உள்ளன.

பாலைப்பகுதிகளில் பாலை வார்னிஷ் (desert varnish) என்பது ஒரு விந்தையான தோற்றப்பாடு. ஏறக்குறைய எல்லாப் பாறைகளிலும் இரும்பு, மாங்கனீஸ் உப்புகளும் ஈரமும் (மிகக் குறை



படம் 31. க்ரிமியாவில் க்ரிடேஷியஸ் மணற் பாறையின்
'தேன் அடை' உகலியக்கம்

வாகவாவது) உள்ளன. சூரிய ஒளிபடும் பக்கத்திலுள்ள ஈரம் விரைவில் உலர்ந்துவிடுகிறது; இதனல் அடியிலுள்ள ஈரம் இரும்பு மேங்கனீஸ் ஆகியவற்றைக் கரைத்து மேற்புறம் நோக்கி ஊறி வருகிறது. கருப்பான இரும்பு மாங்கனீஸ் உப்புகள் இவ்வாருகச் சேமிக்கப்படுகின்றன. பாறையின் மேற்பரப்பில் ஒன்று அல்லது இரண்டு மி.மீ. கனமுள்ள கருப்பான பொருக்கு வளர்கிறது. இப் பொருக்கு, பாறையைவிடக் கடினமானது. மணலின் தேய்ப்பினல் இப் படலம் பளபளப்பாக்கப்படுகிறது. நடு ஆசியாவில் உள்ள பாலைகளிலும் மலைப்பகுதிகளிலும் தென்முகமாக உள்ள பாறைகளில் பாலைவார்னிஷ் தகைசால்பாகக் காணப்படுகிறது.

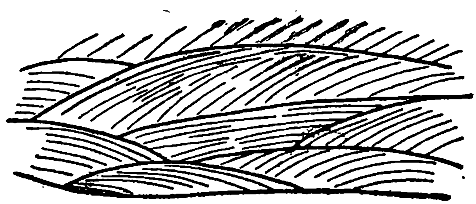
பரப்பு முழுதும் தாவரங்களால் மூடியவாறுள்ள மித வெப்பதட்பமுடைய பகுதிகளில் தூசகல்வு ஏற்படுவது கடினம். புல்,புதர், மரம் ஆகியவை தூசகல்விலிருந்து மண்ணைப் பாதுகாக்கின்றன. ஆனால், ஸ்டெப்பி பகுதியில் இது சேதம் விளைவிக்கிறது. எடுத்துக் காட்டாக, தூசு அல்லது 'கருப்பு' புயல்கள் சோவியத் ரஷ்யாவில் ஐரோப்பியப் பகுதியில் தெற்கில் ஏற்படுகின்றன. இப் புயல்கள் நீண்ட வரட்சியான காலத்துக்குப் பிறகு உண்டாகின்றன. இவை மண்ணைத் தூசகல்வால் அழிக்கின்றன; 10-15 செ. மீட்டருக்கும் மேலான செர்னோஜெம் மண்ணை இவை அகற்றுகின்றன. மண் நன்னிலை மீட்பினால் (land reclamation) அண்மையில் இப்பகுதிகள் முற்றிலுமாகத் தூசகல்விலிருந்து பாதுகாக்கப்பட்டுள்ளன. வட சீனா, தென் மங்கோலியா, ஆஸ்டிரேலியா போன்ற இடங்களில் தூசுப்புயல்கள் காணப்படுகின்றன. ஆப்பிரிக்காவில் பரந்த பாலைநிலங்களின் அருகே 'சிமூம்' (Simoom) எனப்படும் வன்மையான தூசுப்புயல்கள் ஏற்படுவதுண்டு.

வகைப்படுத்தலும் (Sorting) **படிதலும்** (Deposition) ; மேலே குறிப்பிட்டபடி தூசகல்வினால் பாதிக்கப்படும் இடத்திலிருந்து காற்றினால் தூக்கப்படும் பொருள்கள், அவற்றின் அளவையும் காற்றின் விசையையும் பொறுத்து, சிறிது தூரம் கடத்தப்பட்டுப் பிறகு படிகின்றன. மிகச் சிறிய துகள்கள் தூசகல்வுப் பகுதியிலிருந்து பல நூறு கி.மீ. தூரத்துக்கு அப்பால் படிகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, நடு ஆசியாவிலுள்ள காரா-கும் (Kara-Kum), கிழில்-கும் (Kizyl-Kum) பாலைகளிலிருந்து துகள்கள் கிழக்காக எடுத்துச் செல்லப்பட்டு நடு ஆசிய மலைகளின் அடிவாரங்களில் படிந்துள்ளன. சில ஆசிரியர்கள் மலையடிவாரங்களில் மேற்பரப்புப் போர்வை ஆக்கத்தில் இவ்வகையான கடத்தல் முறை பெரும் பங்கு கொள்வதாயும், லெஸ் (loess) பாறைகளின் ஆக்கத்துக்கு இதுவே காரணம் என்றும் கூறுகின்றனர். துகள் மணலையும் காற்று கடத்திச் செல்கிறது; ஆனால், தூரம் அதிகமில்லை (சில இருபது மீட்டர் முதல் அரிதாகச் சில நூறு மீட்டர்கள்). பெரிய பாறைத் துண்டுகள் நிலத்தின் மேலே சிறிது தூரம் உருட்டிச் செல்லப்படுகின்றன.. அவை, ஒன்றோடொன்று மோதும்போது அவற்றின் முன்னைய கூரான முனைகள் மழுங்கிவிடுகின்றன.

காற்றினால் எடுத்துவரப்படும் மணல் சிலபோது சுமாரான அளவுக்குப் பெரிய மேடுகளாகக் குவிகின்றன. இதை மணலாலான கடற்கரைப் பகுதிகளில் அடிக்கடி காணலாம். கடல் வய மணல் கடலலைகளால் கரையில் குவிக்கப்படுகின்றன. உலர்ந்தபின் காற்றினால் அடித்துச் செல்லப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்-

டாக, மேலேக்காற்று வீசும் சோவியத் யூனியனின் பால்டிக் கடற்கரையில், நல்ல மணல் கடற்கரைகள் உள்ளன; இங்கு மணல்கள் கிழக்கு நோக்கி நல்லமுறையில் காற்ருல் புடைத்துத் தரம் பிரிக்கப்பட்டுள்ளதைக் காணலாம். மணல்கள் சில மீட்டர்கள் முதல் 200மீ. உயரமும், ஒரு கி.மீ. அகலமும் (அடிப்புறத்தில்) உடைய மணல் திட்டுகளாகக் குவிந்துள்ளன. இவை மெல்ல, கிழக்கு நோக்கி நகர்ந்துவந்து காடுகளேயும் புல்வெளிகளேயும், பழத்தோட்டங்களேயும், காய்கறித் தோட்டங்களேயும், வீடுகளேயும் புதைத்துவிடுகின்றன. இத்தகைய மணல்மேடுகளுக்கு இடுமணல் அல்லது எக்கர் (dunes) என்று பெயர்.

இம் மணற் குன்றுகளின்மேல், பெரும்பாலும் காற்றுப்பக்கத்தில், காற்றலேச் சுவடுகளேக் (ripples) காணலாம்; இவை நகர்ந்து செல்லும்போது இவற்றில் சாய்வான படல அமைப்பு ஏற்படுகிறது (படம் 32). எக்கர் மணல் இடம் பெயர்ந்து செல்லாது தடுக்க, நல்ல வேர்அமைப்புடைய மர்ரம் புல் (marram grass), பைன் (pine) முதலிய செடி வகைகளேக் காற்றுப்பக்கமாக நடுகிருர்கள். மணல் மேடுகள் நிலேத்த உடன் அவற்றின்மேல் ஒரு மண் போர்வை உண்டாகிறது. லெனின் கிராடுக்கு அருகே பின்லாந்து வளேகுடாவின் கரையிலுள்ள செஸ்ட்ரோரெட்ஸ்க், உஸ்ட்-நரோவ்ஸ்க் ஆகிய இடங்களில் நிலேத்த இடுமணல் குன்றுகள் உள்ளன.



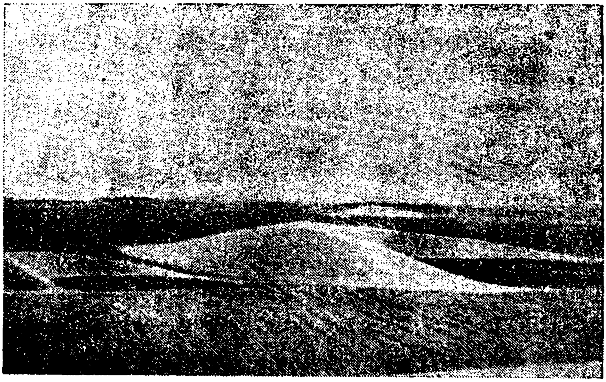
படம் 32. மணல் எக்கரில் தலேகீழ்ப்படுகை அமைப்பு.

மணலின் தூசகல்வையும், இடம்பெயர்தலேயும், இடுமணல் குன்றுகள் ஏற்படுவதையும், ஏறக்குறைய மெரிடியன் ஊடாகச் செல்லும் ஆறுகளின் கரைகளிலும் காணலாம். இத்தகைய ஆறுகளின் கிழக்குக்கரைகள் பொதுவாக மென்சரிவை உடையன. வெள்ளம் வரும்போது ஆற்றுமணல் இக் கரைகளின்மேல் படிகின்றன; வெள்ளம் வடிந்து மணல் உலர்ந்தபின் காற்றின் இயக்கத்துக்கு உட்படுகின்றன. சோவியத் ரஷ்யாவின் ஐரோப்பியப் பகுதிகளில் வீசும் மேற்கு, மற்றும் தென்-மேற்குக் காற்றுகள், மணலேக் கிழக்கு மற்றும் வடகிழக்குத் திசைகளில் அடித்துச் செல்கின்றன. இதனுல் காற்றுப்பக்கச் சரிவுகளில் உள்ள மண்ணேப்

பெரிதும் கெடுக்கின்றன. இத் தோற்றப்பாட்டை 'ட்ஸ்ஞ' (Tsna), 'மோக்ஷா' (Moksha), 'ஸுரா' (Sura), 'வோல்கா' (Volga), 'டோன்' (Don) போன்ற ஆறுகளின் கரைகளில் நன்றாகக் காண லாம்.

மணற்பாலைகளில் எக்கர்கள் (sand hills), பிறை-எக்கர்கள் (barkhans), பிறைஎக்கர் கோவைகள் (barkhan chains) ஆகிய இடுமணல் குன்று வகைகளைக் காண்கிறோம். நிலமேற்கூறு (topography) தொடக்கத்திலிருந்த நிலத்தின் புடைகூறு (relief), மணலின் அளவு, வெப்ப-தட்ப நிலை, காற்றின் விசை ஆகிய வற்றைப் பொறுத்தது.

தனித்தனியான சீர் உருவற்ற மணற்குன்றுகள், புதர்கள் வளர்ந்துள்ளதும், காற்றுத் திசை மாறிமாறி வீசுவதாகவும், மணல் சிறிதளவே உள்ளதுமான இடத்தில் உண்டாகின்றன.



படம் 33. தனியான பிறை எக்கர்.

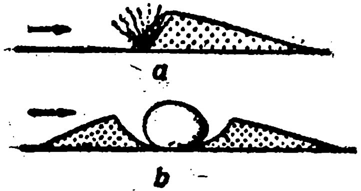
வெளிப்புறத்தில் தூசகல்வால் குழிவாக்கப்பட்ட சில மணற் குன்றுகள் சிலபோது தனிப்பட்ட சீரான உருவத்தைப் பெற்றுள் ளன. காற்றுப் பக்கத்தில் மணல்மேடு 5—12° சரிந்தவாறு உள் ளது. இது காற்று மறை பக்கத்தில் உதிரியான துகள்வயப் பொருள்களின் இயற்குவிகோணமான 35° சாய்மானத்தை உடை யது. இந்த மேடுகள் காற்றின் இயக்கத்தால் இரண்டு கொம்பு போன்ற கூர்முனைகளைப் பெற்றுள்ளன. மேலே இருந்து பார்த் தால், இவை மென்சரிவையும் காற்று-மறைபக்கத்தில் குத்துச் சரி வையும் கொண்ட குதிரை லாடம், அல்லது பிறைச் சந்திரன் போல் காட்சிதரும். இவற்றைப் பிறை-எக்கர் என்பர் (படம்33). இவை பாலைகளுக்கும், குறை-பாலைகளுக்கும் தகைசால்பானவை.

காற்று, திசை மாறிமாறி வீசினுல் பிறை-எக்கர்களின் குத்துச் சரிவும் அதற்கேற்ப திசை மாறி மாறி அமைகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, மேற்கு அல்லது தென்-மேற்குக் காற்றுகள் வீசும் காலத்தில் எல்லாப் பிறை எக்கர்களும், தம் முனைகளைக் கிழக்கு நோக்கியபடி அமைக்கின்றன: கிழக்கு அல்லது வடகிழக்குக் காற்றுகள் வீசும் போது அவை மேற்கு அல்லது தென்மேற்கு நோக்கியபடி அமைத்துக் கொள்கின்றன.

பிறை எக்கர்கள் சிலபோது தனித்தனியாக நிற்கின்றன. ஆனுல் அருகருகே பல பிறை எக்கர்கள் உண்டாகியுள்ள இடங்களில் அவற்றின் முனைகள் ஒன்றுகூடி, பிறை எக்கர் கோவைகளை உண்டாக்குகின்றன. இத்தகைய நீள் கோவைகளுக்கு இடையே உள்ள பகுதிகள், களிமண்களைக்கொண்ட பள்ளங்களாகி விடுகின்றன (takyrs).

காற்றுத் திசைக்கு நேர் குறுக்குவாட்டாக நீண்டுள்ள பிறை எக்கர் கோவைகளோடு, காற்றுத் திசையில் நீண்டுள்ள பதணம் போன்ற (rampart) மேடுகளும் உள்ளன. இவை நிலத்தின் புடைகூற்றை மேடுபள்ளமாக்குகின்றன; காற்றுப் பல திசைகளில் வீசும் இடங்களில் இவை தூசகல்வுக் குழிவுகளைச் சூழ்ந்தவாறுள்ள நிலையான அரண்மேடுகளாக அமைகின்றன. காற்றுகள் நேர்குறுக்குத் திசைகளில் வீசும் இடங்களில் 'பிரமிட்' (pyramid) வடிவ எக்கர்கள் உண்டாகின்றன.

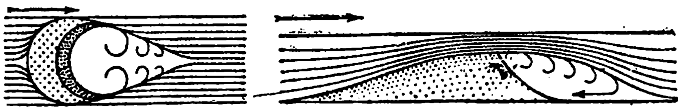
சில பிறை-எக்கர்கள் 20—30 மீட்டர் உயரம் உள்ளன. இடு மணல் குன்றுகளைப் போல இவை போதிய அளவு மணல் உள்ள போதுதான் உண்டாகின்றன. கற்பாலைகளிலும், மண் பாலைகளிலும் (takyrs) பிறை-எக்கர்கள் உண்டாவதில்லை; அங்குச் சிறிய மணல்திட்டுகளே காணப்படுகின்றன. இவை 20—30 செ.மீ. உயரமுள்ள சீர் உருவற்ற பிறை-எக்கர் மாதிரிகளைப்போல் காட்சியளிக்கின்றன.



படம் 34. (a) புதரின் பின்னே மணல் மேடு உண்டாதல். (b) பாறையின் முன்னும் பின்னும் மண்மேடு உண்டாதல்.

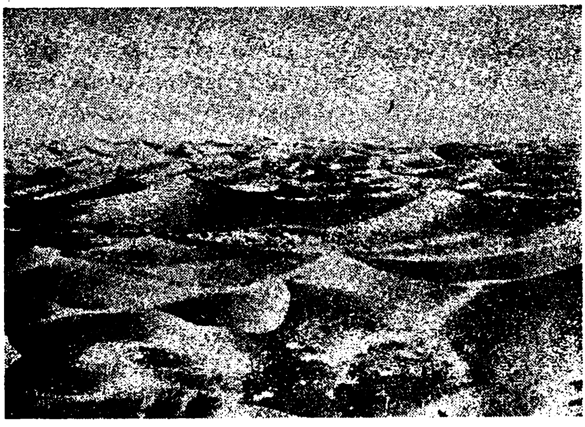
புடைத்து உந்தப்படும் மணல் திரளின் பாதையில் ஒரு புதரோ, பாறுங்கல்லோ தடையாக எதிர்ப்படும்போது பிறை எக்கர்கள் உண்டாகின்றன. தடைப் பொருளின் உயரம் வரை மணல்மேடு புடைத்து எழுகிறது. அதற்கு மேல் (படம் 34) மணல் காற்று மறை-பக்கத்தில் சொரியப்படுகிறது. பிறையின் முனைகள் இரு

மருங்கிலும் வளர்கின்றன (படம் 35). பிறை எக்கர் உண்டாகப் போதிய அளவு மணல் இல்லாதபோது, இங்குமங்கும் இடம்மாறிக் கொண்டே இருக்கும் மேடுகளே ஏற்படுகின்றன. மணல் போதிய



படம் 35. பிறை எக்கர் உண்டாகும்போது ஏற்படும் காற்றோட்டங்களின் வேலையையும் திசையையும் குறிக்கும் படம்.

அளவு இருக்கும்போது, பிறை-எக்கர்கள் உண்டாகின்றன. உண்டாகி ஒன்றோடொன்று இணைந்து இடுமணற் குன்றுக் கோவைகளை உண்டாக்குகின்றன. இவற்றினிடையே உள்ள இடங்களில் குழிவுகள் (kettle-holes)உண்டாகின்றன (படம் 36). நடு ஆசியாவிலுள்ள காரா-கும், 'கீழில்-கும்' பாலைகளிலும், கிழக்கு மங்கோலியா, 'தரிம்-பேசின்', ஸஹாராபாலை, அரேபியா, ஆஸ்டிரேலியா போன்ற இடங்களிலுள்ள பல பாலைகளிலும் இவ்வாறு நடப்பதைக் காணலாம்.



படம் 36. பிறை எக்கர்கள் உள்ள இடம்.

சில பிறை எக்கர்கள், குறிப்பாகச் சிறிய அளவு உடையவை, காற்றோட்டத் திசையில் விரைவாக நகர்ந்து செல்கின்றன. சிறிய பிறை எக்கர்கள் ஓராண்டில் 30 அல்லது 40 மீட்டர்கள் நகர்ந்து

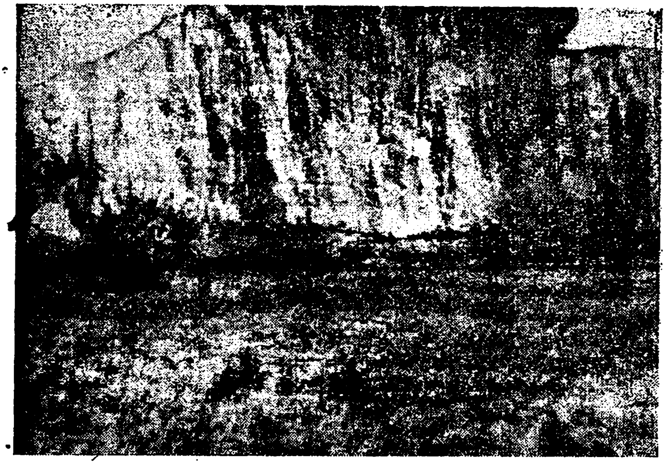
செல்கின்றன; சில்போது நூறு அல்லது இருநூறு மீட்டர் தூரமும் நகர்வதுண்டு. நீளமாக வளர்ந்துள்ள மணற்குன்றுகள் இதைவிட மெதுவாகவே செல்கின்றன. இவை துர்க்மேனியா, உஸ்பெக்கிஸ்தான், கஸக்ஸ்தான் போன்றஇடங்களில் (படம் 37) மணல் அற்ற புல்வெளிகளையும், பயிர் நிலங்களையும், ஊர்களையும் மூடுகின்றன. மணல் இடம் பெயர்வதைத் தாவரங்களை நட்டுத் தடுக்கலாம்.



படம் 37. அரால் கடல் பகுதியில் தாவரங்கள் மணலால் மூடப்பட்டுள்ளது.

பிறை எக்கர் மணல்கள் பாலைகளின் ஓரங்களில் உண்டாகின்றன; பாலைகளின் நடுவில் அரிதாகவே காணப்படுகின்றன. காற்றினால் அடித்து வரப்படும் மணலின் பெரும்பகுதி பாலையின் நடுவிலிருந்து ஓரங்களை நோக்கிவருகின்றன; இங்குப் பெருந் துகள்கள் படிகின்றன; சிறுதுகள்கள் பாலை ஓரத்துக்கும் அப்பால் தாவர வளர்ச்சியும் மழையும் உள்ள இடங்களுக்குப் பாலைக்காற்றினால் அடித்துச் செல்லப்படுகின்றன. அங்குப் பாலைக்காற்று வேறு திசைகளில் வீசும் காற்றுகளோடு மோதி, விசையை இழந்துவிடுவதால் இத் துகள்கள் கீழே படிகின்றன. துகள்படலம் ஓராண்டுக்கு 1 அல்லது 2 மி.மீ. வீதம் தடிப்பாகிறது; பல்லாயிரம் ஆண்டுகளில் 15—20 மீட்டர் கனமான படலங்களாகப் படிகிறது.

காற்றினால் சேமிக்கப்படும் தடிப்பான மஞ்சள்நிற மண்ணுக்குக் காற்றடிவண்டல் ['லெஸ்' (loess) என்று உச்சரிக்கப்படும் சொல்] என்று பெயர் (படம் 38). சீனாவில் நல்ல காற்றடிவண்டல் படிவுகள் உள்ளன. அங்குப் பல உயரங்களில் உள்ள நிலக்கூறுகளின் மேலும் காற்றடி வண்டல் படிந்துள்ளது. சில இடங்களில் இப் படிவு 400 மீட்டர் தடிப்பு உள்ளது.



படம் 38. ஃபெர்கானா பள்ளத்தாக்கிலுள்ள ஷாரிகான் ஸாயின் கரையில் உள்ள 'லெஸ்' மேட்டு முகப்பு.

வடசீனாவின் காற்றடிவண்டல் படிவுகளுக்கு 'கோபி' (Gobi), 'காமி' (Khami), 'ஜுங்கார்' (Jungar) ஆகிய பாலைகள் துகள் உற்பத்திச் சாலைகள்.''

நிலப்பொதியியல்வயக் காற்றியக்கத்துக்கு வேண்டிய சூழ்நிலைகள் எல்லா இடங்களிலும் ஒன்றுபோல் இருப்பதில்லை. மிக ஏதுவான சூழ்நிலைகள் ஸஹாரா, அரேபியா, மெக்ஸிகோ போன்ற புவிநடுக்கோட்டுப் பகுதிப் பாலைகளிலும், அரால், கோப்பியன் போன்ற பகுதிகளிலுள்ள வடபாலைகளிலும், சீனா, மங்கோலியா (கோபி) போன்ற பல பாலைகளிலும் உள்ளன.

இயற்கையில் காணப்படும் சூழ்நிலைகளைப் பொருத்து, பாலைகள் களிப்பாலைகள் (takyrs) என்றும், மணற்பாலைகள் என்றும், கற்பாலைகள் என்றும் வகைப்படுத்தப்படுகின்றன. களிப்பாலைகள் தட்டையான சமதளங்களை உடையன; மணற்பாலைகள் குவிவான புடைப்புகளையுடைய தட்டையான மேற்பரப்பை உடையன. கற்பாலைகளில் உகலியக்கத்தால் உண்டாகும் உதிரியான பொருள்கள் காற்றினால் நீக்கப்பட்டுவிடுவதால் இங்கு எப்போதும் புதிய பாறைப்பரப்பு வெளியே தெரிந்தவாறு இருக்கும்.

இம் மூன்று வகைப் பாலைகளுமே இயல்பாகவே இடத்தால் (in space) இணைக்கப்பட்டுள்ளன. கற்பாலையின் இயல்காட்சி

(landscape) தூசகல்வுக் குழிவுப் பகுதிகளையும், இவற்றையடுத்து முதலில் காற்றடி மணல் சேமிப்புகளையுடைய பகுதிகளையும் (மணல்வயுமான, மற்றும், எக்கர், பிறை எக்கர் இயல்காட்சிகள்), பாலை எல்லைப்பகுதிகளில் வண்டல் களிமண் பொருள்களாலான பாலைகளையும் கொண்டிருப்பதைக் காண்கிறோம். கண்டப் படிவுகளில் காணப்படும் பொதுவான படிவுப் படிநிலை மாறுபாடுகள் (facies changes) இந்தக் காற்றடிப் படிவுகள் இடத்திற்கு இடம் மாறுபடுவதிலும் தெரிகின்றன.

மேற்பரப்பில் ஓடும் நீரின் நிலப்பொதியியல் இயக்கம்

மழை, வெண்பனி ஆகிய காற்று மண்டலப் பொழிவுகளும், ஊற்றுகளிலிருந்து வரும் நீரும், உயர்ந்த இடத்திலிருந்து தாழ்வான இடத்துக்கு ஓடும்போது நிலப்பொதியியல் இயக்கத்தில் ஈடுபடுகின்றன. இவை குறிப்பிட்ட கால்வாய்களினூடே, அதாவது, ஓடைகளிலும் ஆறுகளிலும் ஓடும் நீரின் இயக்கம் (அரிப்பு இயக்கம் அல்லது நேர்த்திசையில் (linear) நிகழும் இயக்கம்) என்றும், குறிப்பிட்ட சீரான கால்வாய்களில் அல்லது மேற்பரப்பில் ஓடும் நீரின் இயக்கம் (சமதள, அல்லது மேற்பரப்பு நீருகல்வு (deluvial) அரிப்பு) என்றும் இரண்டு வகைப் படுகின்றன.

நீருகல்வு இயக்கம்

புவிப்பரப்பில் ஒரு சாய்வான தளத்தில் நீர் வழிந்து ஓடுவதால் மேற்பரப்பில் நீருகல்வு இயக்கத்தால் (deluvial process) அரிப்பு ஏற்படுகிறது. வடிநீர் (run-off) ஓர் இடையறுத நீர்ப் படலம் போல் ஓடுகிறது. இதில் தனித்தனியான நீரோட்டங்கள் ஒன்றுகப் பின்னிப் பிணைகின்றன. இத்தகைய நீர்ப் படலங்கள் பள்ளத்தாக்குகளின் இருபக்கங்களிலும், மேட்டு நிலச்சரிவுகளிலும் உண்டாகின்றன.

இந்த நீர்ப் படலம் ஒரு சில மில்லி மீட்டர் தடிப்பே உள்ளது. ஆனல், சரிவின் கீழே நீண்ட காலமாக ஓடும்போது கவனிக்கத் தக்க வேலையைச் செய்கிறது. இதன் செயல் நோக்க விசை (motive force) இதன் பொருண்மையை அதன் திசை வேகத்தின் இருமிசைப் பெருக்கத்தால் பெருக்கினல் வரும் தொகையில் பாதி. ஆகவே, சரிவு செங்குத்தாக ஆகஆக, மழைநீர் அதிகம் பெய்யப் பெய்ய, நீரோட்டங்களின் செயல் நோக்க விசையும் அதிகரிப்பதால் அரிப்பு வேலையும் வன்மையாகிறது. அரிப்பின்போது வடிநீர் சரிவிலுள்ள நுண்ணிய உகலியக்கப் பொருள்களையும்

களிமண், 'மார்ல்' (marl) போன்ற மென்மையான பாறைகளையும் எடுத்துச் செல்கிறது. இப் பொருள்கள் சரிவின் கீழே ஓடிக் குழிகளில் சேகரிக்கப் படுகின்றன.

ஒரு சரிவு நேரடியாக ஒரு நீர்க்கால்வாயில் சீராக இறங்கினாற் போல் உள்ளபோது, அதிலிருந்து கழுவித் தள்ளப்படும் பொருள்கள் அத்தனையும் கால்வாயில் ஓடும் நீரால் அடித்துச் செல்லப்படுகின்றன. ஆனால், சாதாரணமாகச் சரிவுகள் அடிப்பகுதியில் சற்று தட்டையாக உள்ளதால் அங்கு வடிநீர் (run off) வேகம் குறைகிறது; இதனால் இங்குப் பருவெட்டான பொருள்கள் படிந்துவிடுகின்றன. நீர்க்கால்வாய் சரிவின் அடிவாரத்திலிருந்து வெகு தூரத்தில் இருந்தால் மழைநீர் அதுவரை செல்ல முடிவதில்லை; வடிநீர் கொண்டுவந்த பொருள்கள் சரிவின் கீழேயே குவிக்கப் படுகின்றன. சரியான நீர்க்கால்களில் போய்ச்சேராத நீரோட்டங்களும் பாறைத்துணுக்குகளைச் சரிவின் மேலிருந்து கீழ்நோக்கி நகர்த்திச் செல்கின்றன. இதையே மேற்பரப்பு நீருகல்வு (deluviol) அரிப்பு என்கிறோம். இதனால் சேர்க்கப்படும் அரிப்புப் பொருள்களை நீருகல்வு (deluvium) என்பர். இந்த இயக்கம் எவ்வளவு காலம் நடைபெறுகிறதோ அதைப் பொருத்து, இந்த நீருகல் படிவு பல இருபது மீட்டர்கள் தடிப்புவரை சேர்கின்றன.

நீருகல்வுப்படிவுகள் சரிவின் கீழே வரிவரியாகக் குவிகின்றன. இவை மலையடி உகு பாறைகளைப் போலவே (Talus) காணப்படுகின்றன. ஆனால் பொருள்கள் பரப்பப்பட்டுள்ளதில் இரண்டுக்கும் வேற்றுமை காணப்படும். நீருகல் படிவில் பருவெட்டான பொருள்கள் சரிவின் மேலே இருக்கும்; மலையடி உகலில் பருவெட்டான பொருள்கள் கீழே இருக்கும்.

சரிவு ஒன்றின்மேல் ஒன்றாகப்படிந்துள்ள படுகைகளால் ஆனதாக இருந்தால் மேலே உள்ள படுகை முதலில் அரிக்கப்படும்; பிறகு, இரண்டாம் படுகை உகலியக்கத்துக்கு ஆளாக்கப்படும்; பிறகு, சரிவின்கீழே அரித்துத்தள்ளப்பட்டு முதலில் படிந்த படிவின் மீது பரப்பப்படும். மூன்றும் படிவின் அரிப்புப் பொருள்கள் நீருகல் படிவில் அதற்கும் மேலே படியும். ஆகவே, நீருகல் படிவுகளில் அதே படிவுகள் நீர்ப்பிரிநிலத்தினருகே (water divide) மீண்டும் கழுவப்பட்ட நிலையில் தலைகீழ்ப்பாடமாகப் படிந்துள்ளதைக் காண்கிறோம்.

நீருகல் படிவுகளின் கூட்டமைவும், நிறமும், தடிப்பும், மற்ற கூறுகளும் சரிவின் உயரம், செங்குத்துத் தன்மை, பாறைகளின் கடினத் தன்மை ஆகியவற்றைப் பொருத்தது. முழுவதும் களிமண்

ணுலான பள்ளத்தாக்கின் பக்கத்தில் படிந்துள்ள நீருகல் படிவு வரிசைகள் அதே போன்ற களிமண்ணுல் ஆனவையே; ஆனுல் மீண்டும் கழுவப்பட்டுப் படிந்தவை. பலவகைப் பாறைகளாலான பகுதிகளில் நீருகல் படிவுகள் ஒன்றுபோல் இருக்க முடியாது.

சரிவுத் தாவரங்களால் பிணைக்கப்படாது அதிக செங்குத்தாக இருந்தால், பொருள்களின் தேய்மானம் அல்லது நீக்கம் வேகமாக நடைபெறும் புல் சரிவுகளை, நீருகல்வு இயக்கத்திலிருந்து பாது காக்கும்; ஏனெனில், இது நீரோட்டத் திசையில் வளைந்துகொடுப்ப தால் ஒரு பாதுகாப்பான போர்வைபோல் அமைகிறது. உழப்பட்ட சரிவுகளில் முக்கியமாக விதைமுளைத்து, வேர் பிடிக்கும்முன் அரிப்பு மிகவும் தீவிரமாக நடைபெறும். நல்ல வளமான மண் நீக்கப்படுவதால் நீருகல் இயக்கம் பயிர்த்தொழிலுக்குப் பேரிடையூறு விளைவிக்கிறது.

நிலத்தின் புடை கூற்றில் காணக்கூடிய மேடுகளைத் தட்டையாக்குவதே நீருகலின் முக்கியவேலை; நீர்க்கால்களுக்கு இடையே உள்ள பகுதி மெல்லத் தாழ்கிறது; சரிவுகளின் கீழே கொண்டு வரப்படும் உகல் பொருள்களால் பள்ளங்கள் நிரப்பப்படுகின்றன.

அரிப்பு (Erosion)

ஒரு மலையின் சரிவில் ஒரு பள்ளம் (செல் தடம்) தோன்றினுல் அதில் பல ஓடைகள் ஒன்று சேர்கின்றன. மற்ற இடங்களைவிட இந்தப் பள்ளத்தில் அரிப்பு விரைவாக நடைபெறுகிறது. முதலில் தோன்றிய குறிப்பிட்ட உருவம் கொண்ட பள்ளம் மெல்லப் படர்ந்து நீண்டு சென்று மேட்டின் உச்சியை எட்டுகிறது. இது நடுவில் அகலமாகிறது; கீழ் முகமாக உகல்பொருள் படிவதால் தட்டையாகிறது. ஒரு சீரான சரிவாக இருந்த இடத்தில் இவ்வாறாக ஓர் ஓடை (gulley) உண்டாகிறது. பள்ளத்தாக்கின் ஒவ்வொரு பகுதியும் வெவ்வேறு வகையான நிலப் பொதியியல் இயக்கங்களுக்கு உட்படுகின்றன: மேல் பகுதியில் அரிப்பு, நடுப்பகுதியில் கடத்தல், கீழ்ப்பகுதியில் படிவு. சரிவின் அடியிலுள்ள மட்டத்திலிருந்து ஓடை வளர்கிறது; இந்த அடிமட்டத்துக்கு அரிப்புத்தடைமட்டும் (base level of erosion) என்று பெயர். இது ஓடைநீர் சென்று தங்கக்கூடிய ஏரிக்குழிவு அல்லது நீர்த்தேக்கம் அல்லது கடலாக இருக்கும்.

ஓடைக்கால் தொகுதிகள் (systems of gulleys)

மேட்டின் உச்சியிலிருந்து (watershed) பள்ளத்தாக்கை நாக்கிச் சரிவை வெட்டியவாறு இழியும் ஓடைகள் இணை இணை

யாக ஓடும் தொகுதிகளாகக் காணப்படுகின்றன. இவை சரிவைப் பல பத்து மீட்டர்கள் ஆழத்துக்கு அரித்து விடுகின்றன (படம் 39) முக்கிய ஓடையிலிருந்து கிளைகள் உண்டாகின்றன; ஓடை தோன்றும்போதே இவைகளும் வளர்கின்றன; அதாவது இவற்றின் நுனிகள் மேட்டின் உச்சுயை நோக்கிப் படர்கின்றன; முக்கிய ஓடையுடன் கலக்கும் இடத்தில் ஆழத்திலும் அகலத்திலும் அதிகரிக்கின்றன. ஓர் ஓடையின் உச்சியில் எப்போதும் ஒரு குன்று அல்லது முகடு இருக்கும்; இதன் சரிவில் மழை நீர் விரைந்து இழியும்; முகட்டின் அடியை அது அரித்து வரும்: ஓடை இதனுல் அகலமாகும்;



படம் 39. செங்குத்தான களிமண் சரிவுகளின் அரிப்பினுல் ஏற்பட்டுள்ள ஓடைக் கால் பின்னல் காட்சி.

ஓடைத்தொகுதி வளரும் வேகம் நீர் பிரி நிலத்தின் சரிவுகளில் உள்ள நிலப்பொதியியல் அமைப்புகளையும் அவற்றின் செங்குத்துத் தன்மையையும் பொருத்தது. அடிக்கடி ஓடைத் தொகுதியொன்று மெல்ல மெல்ல மேட்டின் மேல் படர்ந்து சென்று மறுசரிவையும் வெட்டத் தொடங்கிவிடுகிறது. இது மேலும் வளர்வதால் மறு பக்கத்திலுள்ள ஓடைகளையும் சந்திக்கிறது; இதனுல், அவற்றில் ஓடும் நீரையும் வழிமறித்துத் தம் வழியில் ஈர்த்துக் கொள்கிறது. ஓடைகள் மட்டுமன்றி, ஆறுகளும் இவ்வாறு ஒன்றையொன்று வழி மறித்துக்கொள்வதுண்டு. இதை ஆறுகவர்தல் (river piracy) என்பர்.

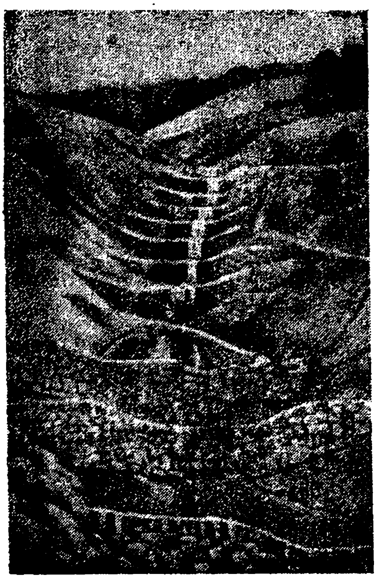
சில ஓடைகள் மிக நீண்டவை; சிக்கலான கிளைக்கால்களை உடையவை. ஓடையின் வளர்ச்சியை எளிதில் கண்டுபிடித்துவிட லாம். இரண்டு நீர் ஓடைகளுக்கு இடையே உள்ள பரந்த பகுதி

களும், தனிப்பட்ட பகுதிகளும் பின்னல் அமைப்புபோன்ற ஓடைக் கால்களின் அரிப்பால், போகவர வசதிகூட இல்லாத மேடுபள்ள மாக்கப்பட்டுப் பயிர்த்தொழிலுக்கு ஏற்றதல்லாத நிலமாக மாறி விடுவதுண்டு.

'லெஸ்' போன்ற பாறைகளேயுடைய தாவரவளர்ச்சி அற்ற மலேயடிவாரங்களில் ஓடைகள் மிக விரைவாக வளர்கின்றன.

ஓடைகளில் மழைக்காலத்தில் மட்டுமே நீர் ஓடும்; அல்லது பனி உருகும் இளவேனில் காலத்தில் ஓடும்; மற்றப் பருவங்களில் வரண்டுகிடக்கும். இவை மெல்ல அகலமாயும் ஆழமாயும்வளர்ந்து கொண்டே போய் அவற்றின் படுகைகள் (thalweg) அதற்குமேல் அரிப்பு ஏற்படாதபடி தட்டையாகிவிடுகின்றன. முதன் முதலில் ஓடையின் படுகை செங்குத்தாகச் சரிந்துள்ளது; இதனால் இதில் நீர் அதிக விரைவாக ஓடுகிறது. ஓடை நீண்டுவிட்டபிறகு அதன் சாய்மானம் தணிந்துவிடுகிறது. இதனுல் நீர் மெதுவாக ஓடுகிறது; ஆகவே, முடிவில் ஓடையில் நீர் விசை குறைந்துவிடுவதால் நடை வ்ளர்ச்சியும் நின்றுவிடுகிறது.

மிதவெப்பதட்ப நிலேயுள்ள இடத்தில் சரிவுகளும், ஓடையின் படுகையும், புல், புதர், செடிகொடிகளால் மூடியவாறு இருக்கும். இத்தகைய ஓடைக்கு 'ரேவைன்' (Ravine) என்று பெயர்.



படம் 40. ஓடைக்கால் அரிப்பை அணேயிட்டுத் தடுக்கும் முறை.

ஆழமாகிக் கொண்டே செல்லும் ஓடைநீர் மண்டிய பாறைப்படலத்தை அடைந்ததும் அதன் படுகையில் ஊற்றுகள் உண்டாகின்றன; இதனுல், இடைவிடாது நீர்ஓடும் ஓடைகள் உண்டாகின்றன. நிலநீரை இவ்வாறு வடித்து விடுவதால் ஓடைக்கால்கள் தாழ்கின்றன; இவ்வாறு இவை தாவர வளர்ச்சிக்கு மிகவும் தீங்கு விளேவிக்கின்றன. ஓடைகளில் மேல்பகுதிகளில் அணேகளேக் கட்டுவதாலும், புதர்களேயும் மரங்களேயும் நட்டு வளர்ப்பதாலும் அவற்றின் வளர்ச்சியைத் தடுக்கின்றனர் (படம் 40).

ஓடைகளில் காணப்படும் அரிப்பையேஇன்னும்பெரிய அளவில் ஆறுகளில் காண்கிறோம்.

ஆற்றுத் தொகுதிகள்

நடுக்கால்வாய் போன்ற பேராற்றை நோக்கிச் சிறிய ஆறுகள் வடியும் ஒரு பகுதிக்கு வடிநிலம் (வடிநிலக் குழிவு-basin) என்று பெயர். பெரிய ஆறுகளின் வடிநிலங்கள் நூறுஆயிரம் சதுர கி.மீ. பரப்புடையன. சோவியத் ரஷ்யாவின் ஐரோப்பியப் பகுதியில் மிகப்பெரிய வடிநிலம் வோல்கா ஆற்றின் வடிநிலம்; இதன் பரப்பளவு 1,380,000 சதுர கிலோமீட்டர்கள். இந்த வடிநிலம் 'ஓகா' (oka), 'காமா' (kama) ஆகிய பெரிய ஆறுகளையும் வோல்காவின் முக்கிய கிளை ஆறுகளையும் அதில் வந்து கலக்கும் ஆயிரக் கணக்கான சிறுசிறு ஆறுகளையும் இணைக்கிறது.

ஆற்றின் படுகையையும் கரைகளையும் அரித்துப் பாறை உகல் பொருள்களைக் கடத்திச் சென்று படியவைப்பதுதான் ஆறுகளின் முக்கியமான நிலப்பொதியியல் வேலை. ஒரு பள்ளத்தாக்கின் ஒரே பகுதியில் ஒரே சமயத்தில் இந்த இயக்கத்தின் எல்லா அம்சங்களை யும் அடிக்கடி காணலாம்.

ஆனால், ஆற்றின் மேல்பகுதிகளில்தான் மிகவும் வன்மையான அரிப்பைக் காணலாம். ஆற்றின் மேல்பகுதிகளில் படுகையின் சாய்மானம் மிகச் செங்குத்தாக உள்ளது. ஆற்றின் நடுக்கால் பகுதியில் முக்கியமாக அரித்தல், கடத்தல், படியவைத்தல் ஆகிய நிலப்பொதியியல் வேலைகளே நடைபெறுகின்றன. ஆற்றின் கீழ்ப் பகுதிகளில் (தாழ் நிலப்பகுதிகளில்) கடத்தலும் படியவைத்தலும் மட்டுமே நடைபெறுகின்றன.

அரிப்பு, கடத்தல், படியவைத்தல் ஆகிய வினைகளின் தீவிரம் ஆற்றின் ஒரே குறுக்குவெட்டுப் பகுதியிலும், ஆற்றில் ஓடும் நீரின் அளவுக்கு ஏற்ப சமயத்துக்கு ஏற்றவாறுமாறும். ஆற்றில் அதிக நீர் இருக்குமானல் அரிப்பு வேலை அதிகமாக நிகழும். ஆற்றில் ஓடும் நீரின் அளவு நன்முக இருக்குமானலும் அதிக நீரோட்ட வேகத்தைப் பொருத்து அரிப்பு மாறுபடும். நீரோட்ட வேகம் இரட்டித்தால் நீரின் சுமக்கும் திறம் 64 மடங்கு அதிகரிக்கிறது; வேகம் மும்மடங்கானல் சுமக்கும் திறம் 729 மடங்கு அதிகரிக்கிறது.

ஆற்றின் படுகை அரிப்பு

துகள் அமிழும் நிலையில் (suspension) உள்ள பொருள்களைக் கடத்திச் செல்லும் அளவுக்கு நீரோட்ட வேகம் இருக்கும்போது ஆற்றின் படுகை அரிப்பு வெளிப்பாடாகிறது; சுழலோட்டங்கள்

உள்ள இடத்தில் இது அதிகமாகத் தோன்றுகிறது (படம் 41). எடுத்துக்காட்டாக, நீர்வீழ்ச்சிகள், விரைவிகளுக்கு அருகே பெரு நீர்ச்சுழிகள் (whirlpools) ஆகியவை 'கயம்' எனக்கூடிய பெரிய



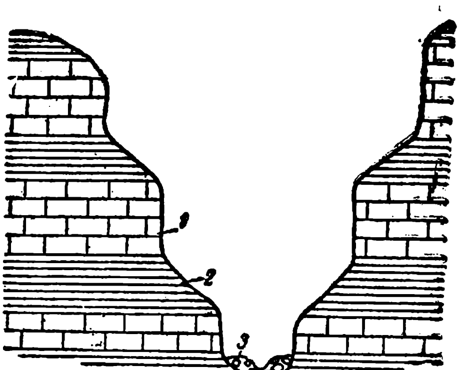
படம் 41. மலையாற்றின் மேல் பகுதிகளில் படுகை அரிப்பு

மூடுக்கர்களைக் (pot holes-படம் 42) குடைகின்றன. நீரால் சுமக்கப் படும் கடினமான பொருள்களே (முக்கியமாகப் பருவெட்டான மணலும், கூழாங்கல்லும்) நீரின் குடைவு வேலைகளை ஊக்குவிக்கும் முக்கியக் கூறுகள். தெளிவான நீர், வேகமாக ஓடினாலும், கடின மான கற்களின் மேல் கண்ணுக்குத் தெரியுமாறு வடுவை ஏற் படுத்துவதில்லை.



படம் 42. ஆற்றுப் படுகையை நீர் வீழ்ச்சி அரிக்கிறது.

அரிப்பின் வேகமும் அளவும் (rate and magnitude) கரைகளிலுள்ள பாறைகளின் கூட்டமைவைப் பொருத்துள்ளன. மணல்கள், குறுமண் (loam), களிமண், கூழாங்கற்களையும், திரளைகளையும் உடைய காரையால் பிணைக்கப்படாத பருவெட்டான சரளைக்கல் (gravel) ஆகிய உதிரியான பாறைகளாலான கரைகள் விரைவில் அரிக்கப்படுகின்றன (படம் 43). நீர் கரைகளின் அடியை இணுக்கு இணுக்காக அரித்து ஆழமான வரிப்பள்ளத்தை உண்டாக்கிவிடுவதால், மேலே உள்ள பாறைப் படுகைகள் கீழே தாங்கிக்கொள்ள ஆதாரம் இல்லாது போய் நீருக்குள் விழுந்துவிடுகின்றன : விழுந்த பொருளை நீர் அரித்து எடுத்துச் சென்றுவிடுகிறது.



படம் 43. ஆற்றுப் பள்ளத்தாக்கின் குறுக்கு வெட்டுத்தளத் தோற்றம்.

1. கடினப் பாறை அடுக்கு; 2. மென்மையான பாறைஅடுக்கு; 3. ஆற்றால் அடித்துச் செல்லப்படும் படிவுப் பொருள்கள்.

மணற்பாறை, சட்டு (schist), சுண்ணப்பாறை, கிரேனைட் மற்றும் கடினப்பாறைகள் அரிப்பை நன்குக எதிர்த்து நிற்கின்றன. பாறைகள் கடினமாக இருக்கும் இடங்களில் நீரின் வேலை மிகவும் தணிவடைகிறது; ஆனாலும், கடினப் பாறைகளையும் ஆறுகள் அங்குலம் அங்குலமாக அரித்துப் பெரிய ஆழ்பள்ளத்தாக்குகளை உண்டாக்குகின்றன.

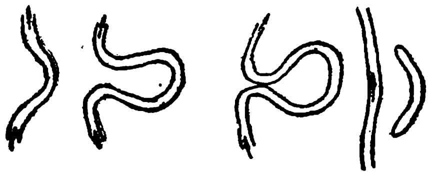
•பக்கவாட்ட அரிப்பு : ஆறு அதன் படுகையில் உடைந்து விழும் பொருள்களை எல்லாம் கடத்திச் செல்லும் அளவுக்கு விசையுள்ள வரை தன் படுகையைச் செங்குத்தான திசையில் அரிக்கிறது. ஆறு தன் விசையை இழந்ததும், தான் கடத்திச் செல்லும் பொருள்களைப் படியச் செய்கிறது; படுகை அரிப்பும் நின்றுவிடுகிறது.

வெள்ளம் ஓடும்போது, ஆறு கரைகளை அரித்து மெல்லத் தன் பள்ளத்தாக்கை அகலமாக்குகிறது. ஆறு கரை புரண்டு ஓடும் போது இதை நன்குகக் காணலாம்.

ஆற்றில் நீர் மிக உயர்ந்த அளவில் ஓடும்போது அந்த நீர் மட்டத்துக்கு வெள்ள நீர்மட்டம் அல்லது உயர்நீர்மட்டம் என்று பெயர். ஆற்றின் மிகத்தாழ்வான நீர்மட்டமே அதன் வழக்கமான நீர்மட்டம். உயர் மட்டத்தில் நீர் ஓடும்போது பல மீட்டர் வரை நீர்மட்டம் உயர்வதுண்டு. எடுத்துக்காட்டாக, வோல்காவில் ஜிகுலி மலைகளுக்கு (zhiguli hills) அருகே சாதாரண நீர் மட்டத்தைவிட வெள்ள நீர் மட்டம் 14-15 மீட்டர் வரை உயர்கிறது. மோஸ்குவா (Moskva) ஆற்றில் மாஸ்கோ மாவட்டத்திலுள்ள தாழ்வான பகுதிகளில் வெள்ளநீர் பலமுறை கரை புரண்டு ஓடியதால் உயரமான கரைகளைக் கட்டவேண்டி இருந்தது. வெள்ளக் காலத்தில் ஆற்றில் சாதாரண நேரத்தில் இருப்பதைவிட 30 முதல் 100 மடங்கு அதிக அளவு நீர் வருகிறது. இதைவிட ஒரே சீரான வெப்பதட்ப நிலைகளையுடைய நாடுகளில், வெள்ளக் காலத்தில் ஆறுகளிலுள்ள நீர் அளவு தாழ்-மட்ட காலத்தில் இருப்பதைவிட இரண்டு அல்லது மூன்று மடங்கு இருக்கிறது; ஆனல், மழை அல்லது வெண்பனி அதிகம் பெய்யும் குளிர்காலத்தையுடைய நாடுகளில் 5—20 மடங்கு அதிகமாக இருக்கிறது.

சுழலோட்டம் போல் ஓடும் ஊற்று நீர் ஓட்டங்கள் பல கி.மீ. தூரத்துக்கு ஆற்றங்கரைகளை அரிப்பதைக் காணலாம்; இவை முன் கரைப்பகுதியைப் பல மீட்டர் வரை மூடியும் உள்ளதைக் காணலாம்.

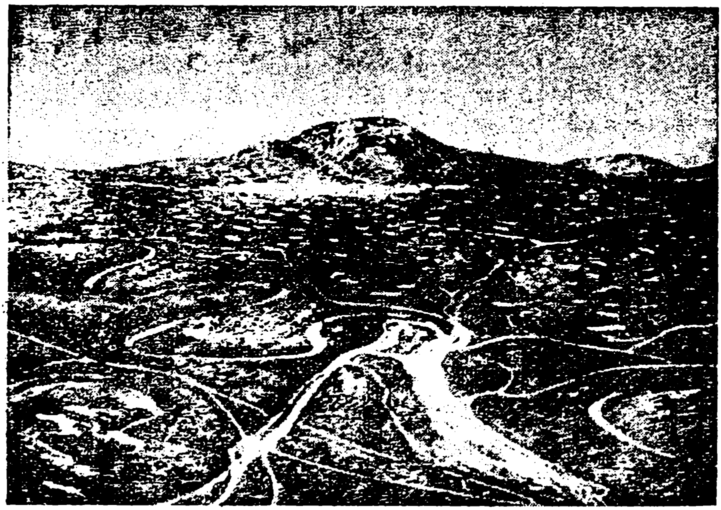
ஆறுகள் கரையின் இரு மருங்கையும் மாற்றி மாற்றிப் பக்க வாட்டமாக அரிப்பதால், வளைந்து வளைந்து செல்லும் ஆற்று வழிகளை உண்டாக்கிக் கொள்கின்றன. ஆறு பல காரணங்களால், அதன் முதல் வழியை விட்டுவிட்டு வேறுவழியை வகுத்துக் கொள்வதையும் வளைவுகளை ஏற்படுத்திக் கொள்வதையும் காண லாம். சிறிய ஆறுகளில் ஒரு புதைபட்டுள்ள மரத்திப்பை போன்ற தடையைச் சுற்றிக் கடத்தப்படும் பொருள்கள் படியவைக்கப்படுவ தால், நீர் மற்ற கரைப்பக்கம் அதிகமாகத் தள்ளப்பட நேரிடும். இதனால், இத்தகைய வழி மாற்றங்கள் ஏற்படக்கூடும். பெரிய ஆறுகளில் நிலச்சரிவு இத்தகைய மாற்றத்துக்கு வழி வகுக்கக் கூடும்.



படம் 44. நெளியும் ஆறும் விடுவளைவு ஏரி உண்டாவதும்.

ஓராற்றின் கிளை ஆறுகள் தாம் கொண்டுவரும் பொருள்களை விசிறிகளைப் போலவோ (alluvial fans) தீவுகள் போலவோ கொட்டி, அதனிடையே கிளைவிட்டது போல் பிரிந்து ஓடுவதுண்டு; இதனாலும் ஆற்றின் வழி வளையக்கூடும். ஏனெனில், படிவுப் பொருள்களை ஆற்றினால் அரித்து அடித்துச் செல்ல முடியாமற் போனால் அது மற்றகரையை நோக்கித் திரும்பி அக்கரையை அரிக்கத் தொடங்குவதால் பாதை வளைய நேரிடுகிறது. ஓர் ஆற்றின் வழியிலுள்ள வளைவுகள் மேலும் வளைந்தவாறே இருக்கும்; ஏனெனில், நீரோட்ட வேகம் அரிக்கப்படும் கரையினருகே எப்போதும் அதிகமாக உள்ளது; அங்குதான் ஆறு அதிக ஆழமாக உள்ளது. இதற்கு நேர் எதிர்ப் பக்கமாக முட்டிக் கொண்டுள்ள கரைப் பக்கத்தில் நீரோட்டம் மெதுவாக உள்ளதால் ஆற்றினால் எடுத்து வரப்பட்ட பொருள்கள் வண்டலாகப் படிகின்றன. (படம் 44-45). அரிக்கப்படும் கரை மெதுவாகப் பின்சென்று ஓர் வளைவை ஏற்படுத்துகிறது.

ஒவ்வொரு கரையாக மாறி மாறி அரித்துக்கொண்டே ஆறு தன் பள்ளத்தாக்கை அகலமாக்குகிறது. ஆகவே, பக்க வாட்ட அரிப்பு நடைபெறும் பகுதியைப் பள்ளத்தாக்கு அகலமாக்கப்படும் பகுதி என்று கொள்ளலாம்.



படம் 45. 'மினரல் னியே வோடி' யின் அருகே 'கூமா' ஆற்றின் நெளிவுகள்.

ஆற்றில் நீர் தாழ்வாக இருக்கும்போது தன் குழிவான கரையை மற்றதைவிட அதிகமாக அரித்துக் கொண்டே ஒரு குறிப்பிட்ட திசையை நோக்கி ஓடும் ஆறு, தனது குவிவான கரையில், தான் கடத்திவரும் பொருள்களை ஓர் உயர்கரைபோல் குவிக்கிறது. இக்கரை அந்த ஆறு மேற்கொண்டு செல்லும் வழியை வகுப்பதில் பங்குகொள்கிறது. அடுத்த வெள்ளத்தின்போது ஆற்றினால் முன்வெள்ளத்தின்போது ஏற்பட்ட வண்டல் படிவுகளைக் கலைத்தெறிய முடியாவிட்டால் அது ஓட வேறு புதிய வழியை மேற்கொள்ள நேரிடும்; இதனால் அதன் போக்கு மாறி விடும். வளைவான வழியில் ஓடும் ஆறு, குறுக்கான வழியை வெட்டிக்கொண்டு ஓடும்போது, பிறைபோன்ற அந்த வளைவு தனியேவிடு பட்டுவிடக்கூடும். இது வளைந்த ஏரிபோல் (oxbow lake) ஆற்றின் பள்ளத்தாக்கில் கிடக்கும் (படம் 44). வெள்ளக் காலத்தின் போது இவை ஆற்றின் முக்கிய போக்குடன் கலந்து விடுவதும் உண்டு.

ஆற்றில் நீரோட்டம் குறைவாக உள்ளபோது, அதன் கால், அதன் பள்ளத்தாக்கைவிட மிகவும் குறுகலாக இருக்கும். வெள்ளக் காலத்தில் ஆற்றின் கரைகளின் மேல் நீர்வழிந்து ஓடுகிறது; ஓடிப் பள்ளத்தாக்கை ஒரு சரிவிலிருந்து மற்ற சரிவு வரை நீரால் மூடுகிறது.

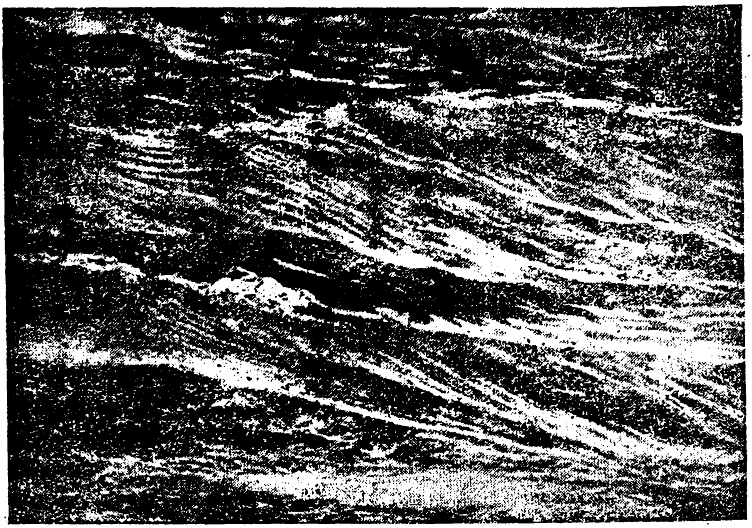
பள்ளத்தாக்கில் வெள்ளத்தால் மூடப்படும் பகுதிக்கு வெள்ளத்திடல் (flood plain) என்று பெயர்.

ஆறு அதன் பாறையிலிருந்து மாறுவதற்கு ஒரு காரணம் **இயல் கரைகள்** (natural levees) உண்டாவதாகும். ஆறு கரை புரண்டு புல்லும் புதரும் வளர்ந்துள்ள வெள்ளத் திடலின்மேல் வழிவதால் இயல் கரைகள் உண்டாகின்றன; நீரின் ஓட்டம் மெதுவாக்கப்பட்டு, அதில் அடித்துக்கொண்டு வரப்படும் கனிமப் பொருள்கள் நீர்க்காலின் பக்கங்களில் பெரிய கரைகளாகப் படிகின்றன. மணலாலும் வண்டலாலும் ஆன நீள்கரைகள், ஒவ்வொரு வெள்ளத்தின்போதும் வளர்கின்றன. இவ்வாறு, உயர் கரைகளால் பாதுகாக்கப்பட்டுள்ள ஆற்றின் வெள்ளத்திற்கு முன்பு, நீர் மட்டம் வெள்ளத்திடல் (flood plain) விடுவலை ஏரி (oxbow lake) ஆகியவற்றின் மட்டத்துக்கும் மேலே இருக்கும். வெள்ளத்தின் போது நீர்மட்டம் மேலெழுவதால், வெள்ளத் திடலின் தாழ்வான பகுதிகளிலுள்ள உயர் கரைகளின்மேல், நீர் வழிந்தோடிப் புதிய கால்களைக் கோலவோ அல்லது பழைய கால்களுக்கே திரும்பவோ செய்கின்றன. நீர் வழிந்தோடும் இடத்திலுள்ள இயல்கரை அரிக்கப்படுகிறது.

ஆற்றடிச்செயல்முறை (Alluvial process): வண்டல்பொருளைப் படியச் செய்யும் ஆற்றின் வேலையை ஆற்றடிச் செயல்முறை என்போம். படியும் பொருளை ஆற்றடி வண்டல் படிவு (alluvium) என்போம். E. V. ஷாண்ட்ஸெவின் (E. V. shantser) கருத்துப்படி ஆற்றின் பள்ளத்தாக்கிலுள்ள வண்டல் படிவை மூன்று வகையாகப் பகுக்கலாம்: கால்வாய்ப்படிவு, வெள்ளத்திடல் படிவு, ஏரிப்படிவு. வெள்ளத்திடல் வண்டல் எங்குமே கால்வாய் வண்டலின் மேல் படிந்திருக்கும். ஏனெனில், வெள்ளத்திடல் வண்டல் பள்ளத்தாக்கின் அடிப்படுகை முழுவதையும் மூடிக்கொண்டிருக்கும். ஆற்றின் போக்கில் நெளிவுகள் இல்லாதபோது ஆற்றின் கீழ்ப்பகுதிகளில் போக்கு மாறுபடுவதால் இவ்வாறு ஏற்படுகிறது. ஆறுகளில் படிவுறும் ஆற்றடி வண்டல் ஆற்றின் வேகத்தை அது அரித்தோடும் பொருள்களையும் பொருத்து மாறுபடும். சில ஆறுகளில் வண்டல் பருவெட்டான துகள்களாகவும், மற்றவைகளில் சன்ன மணலாகவும், களிமண் அல்லது வண்டல் மண்ணாகவும் (silt) இருப்பதுண்டு. ஓர் ஆற்றின் வெவ்வேறு பகுதிகளில் அல்லது வெவ்வேறு காலங்களில் வெவ்வேறு அளவுடைய வண்டல் பொருள்கள் கடத்தப்பட்டுப் படிவதுண்டு. நீரின் விசை அதிகமாக இருக்கும் வெள்ளக்காலத்தில் ஆறு பருவெட்டான பொருள்களைக் கடத்துகிறது; வெள்ளம் தணிந்ததும் தான்

சுமக்கும் நீந்துதுகள்வயப் பொருள்களைப் (meterials in suspension) படிப்பவைக்கிறது. ஆகவே, நீர் குறைவாக ஓடும் காலத்தில் ஆற்று நீர் ஒளிபுகும்படித் தெளிவாக இருக்கும்: இளவேனில் வெள்ளக் காலத்தில் மிகவும் கலங்கலாக இருக்கும்.

வெள்ளத்தின்போது ஆறு கடத்திச்செல்லும் பொருள்களின் அளவு மிகவும் அதிகமாகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, சீனாவிலுள்ள 'ஹ்வாங்-ஹோ' (Hwang-Ho) ஆறு கரைபுரண்டு ஓடும்போது அதன் தாழ்நீர்-மட்ட காலத்தைவிட 400 மடங்கு அதிக படிவுகளை எடுத்துச் செல்கிறது. இந்தியாவிலுள்ள கங்கை சாதாரண எட்டு மாதங்களில் எவ்வளவு வண்டலை இந்திய மாகடலில் சேர்க்குமோ, அதைப்போல் 24 மடங்கு அதிக வண்டலை நான்கு மழை மாதங்களில் கொண்டுபோய்ச் சேர்க்கிறது. இதில் ஒரு பகுதி நீரில் மிதந்தோ நீந்தியோ செல்லுகிறது; மிஞ்சிய பகுதி ஆற்றின் படுகையில் உருட்டிச் செல்லப்படுகிறது. நீர்மட்டம் குறைந்ததும், ஆற்றின் படுகையில் உருண்டு செல்லும் வண்டல் முதலில் படிகிறது, பிறகு நீந்துதுகள்வய வண்டல் படிகிறது. ஆற்றின் வேகம் குறைவதற்கும், நீர்மட்டம் மாறுபடுவதற்கும் ஏற்ப, வண்டல் பொருள்கள் தரம் பிரிக்கப்பட்டு படிவதை இது விளக்கும். ஒரே ஆற்றில் நீரோட்டங்கள் பல சுழலோட்டமாக ஒரு கரைக்கும் மறுகரைக்கும் இடையே அலைக்கழித்துப் பாயும்போது வண்டல் படிவு ஒரு



படம் 46. ஆற்றடிப் படிவில் சாய்வு அடுக்கமைப்பு

சீராகப் படிவதில்லை. வண்டல் கூம்புப் படிவுகளின் (alluviol cone) குறுக்குத் தோற்றம் சாதாரணமாகச் சீரற்ற முறையில் அடுக்கமைவு உடையதாகக் காணப்படும் (படம்.46).

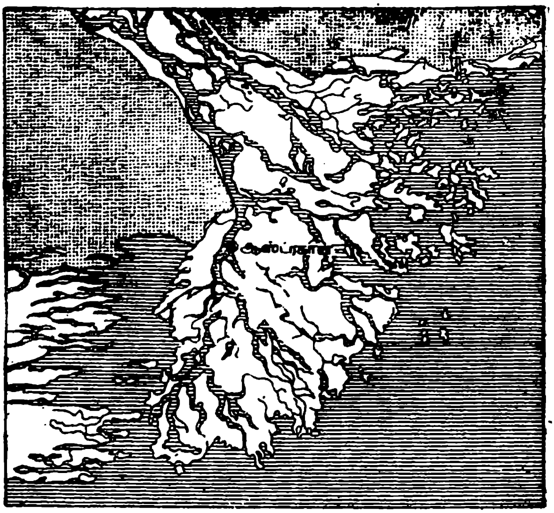
ஆற்றடிப் படிவு முறையைப் பரிசீலனை செய்யும்போது மலைப் பாங்கான இடத்தில் ஓடும் ஆறுகளிலிருந்து படியும் வண்டலின் பௌதிகக் கூட்டமைவும், சம நிலங்களில் பாயும் ஆறுகளிலிருந்து படியும் வண்டலின் பௌதிகக் கூட்டமைவைப்போல் இருக்காது என்பதை நினைவில் கொள்ளவேண்டும். பின்னையது, எப்போதும் நுண்ணிய துகள்களையுடைய வண்டலையும் மணலையுமே கொண்டு வரும்; மலை ஆறுகளின் சாய்மானம் பள்ளத்தாக்கு ஆக்கத்தின் ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையில் அதிக செங்குத்தாக இருக்குமாதலால் வண்டலுடனும் சிறு மணலுடனும் சரளைக்கற்களையும், கூழாங்கற்களையும் கொண்டு வருகின்றன; வெள்ளக் காலத்தில் ஒரு மீட்டருக்கும் அதிக விட்டமுடைய பாறைகளையும் உருட்டிவருவதுண்டு. அவை ஆற்றின் படுகையில் உருண்டு வருகையில் ஒன்றோடொன்று உரைந்து, மழமழப்பாகின்றன; இதனால் உருண்டையான உருவம் அல்லது நீள் உருண்டையான உருவம் பெறுகின்றன. இவை மெல்லத் தேய்ந்து கூழாங்கற்களாகிப் பிறகு மணலாகின்றன. இவ்வாறு, பெரிய மலையாறுகளும் மேட்டுப்பகுதிகளில் பருவெட்டான பொருள்களைப் படியவைத்தாலும் தாழ் நிலப்பகுதிகளில் வரவரச் சிறு சிறு துகள்களைப் படிய வைக்கின்றன. சிறு வண்டலும் களி மண்ணும் ஓர் ஆறு, ஏரி அல்லது கடலில் இயக்கும் இடம்வரை கடத்தப்படுவதுண்டு.

ஆற்றின் தாழ் நிலப்பகுதி ஓட்டத்திலும்கூடப் பருவெட்டான வண்டல் துகள்கள் படிகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, இளவேனில் பனிக்கட்டி நீர் ஓட்டத்தின்போது பனிக்கட்டி மிதப்புகள் (floes) கற்களை ஆற்றின் கீழ்வாட்டப் பகுதிவரை கொண்டு சென்றுவிடுகின்றன; சாதாரணமாக, இவ்வளவு தூரம் வரை வண்டலும் மணலும் மட்டுமே வரும்.

ஆறுகள் பேரளவு வண்டலைக் கடலுக்கு எடுத்துச்செல்கின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, அமு-தரியா (Amu-Darya) ஆண்டொன்றுக்கு 44,854,00 கனமீட்டர் வண்டலை அரால் கடலுக்குள் (Aral Sea) கொண்டு செல்கிறது; சீனாவின் ஹ்வாங் ஹோ (Hwang Ho) ஆண்டுக்கு 900 மில்லியன் கனமீட்டர் வண்டலை எடுத்துச் செல்கிறது. பார்க்கத் தெளிவாகவே காணப்படும் ரையான் ஆறுகூட (Rion river) ஆண்டுக்கு 8 மில்லியன் கனமீட்டர் வண்டலைக் கருங்கடலுக்கு எடுத்துச்செல்கிறது.

வேகமாக ஓடும் மலை ஆறுகளின் படுகைகளிலும், அவற்றின் பள்ளத்தாக்குகள் வெட்டப்பட்டுள்ள திண்ணிய பாறைப்பொலிவுகள் மட்டுமேயல்லாது திரளைகள் கூழாங்கற்கள், மணல்போன்ற மற்ற படிவுகளும் காணப்படுகின்றன. ஆனால் இப் பொருள்கள். ஆற்றின் வழியில் வருடாந்திர வெள்ளக்காலம் வரை மட்டுமே படிந்து கிடக்கும்; வெள்ளத்தின்போது இவை புதிய இடத்துக்கு கடத்திச் செல்லப்படுகின்றன. பள்ளத்தாக்கு அகலமாக விரியும் இடத்தில் ஆறுகொண்டு வரும் பொருள்கள் பள்ளத்தாக்குத் தரையில் படிகின்றன; சாதாரணமாக, இவை குவிவாக உள்ள கரையினருகே படிகின்றன.

படிவுகள் படியும் முக்கிய இடம் பள்ளத்தாக்கின் கீழ்ப்பகுதியில் உள்ளது; இங்கு சாய்மானம் குறைவாக உள்ளது; நீரோட்டம் மெதுவாக உள்ளது; ஆற்றினல் வெள்ளக்காலத்தைத் தவிர மற்ற நேரத்தில் கரையை அரிக்க முடிவதில்லை. சன்னமான பொருள்களில் பெரும்பகுதி இங்கு படிந்துவிடுகிறது; ஏனெனில், சரளைக்கல், கூழாங்கற்கள் போன்ற பருவெட்டான பொருள்கள் ஆற்றின் நடுப்பகுதியிலும் மேல்பகுதிகளிலும் முன்பே படிந்து விட்டன. கீழ்ப்பகுதிகளில் வண்டல்களைப் படியச்செய்யாத ஆறுகள் அவற்றைக் கடல் அல்லது ஏரிக்குக் கொண்டுபோய் அங்கு கழிமுகம் (Delta) எனப்படும் (படம் 47) படிவுகளாகப் படியச்செய்



படம் 47. வோல்கா ஆற்றின் கழிமுகம்.
படத்தில்—Astrakhan—ஆஸ்ட் ரகான்

கின்றன. ஆற்றின் முகவாய்ப் பகுதியில் வண்டலாலான கடலி லிருந்து பறிக்கப்பட்டுள்ள நிலப்பகுதியை 'டெல்டா' அல்லது 'கழிமுகம்' என்பர். இது வழக்கமாக முக்கோண வடிவாக உள்ளது; இதன் கூர்முனை நீரோட்டத்துக்கு எதிர்த்திசையை நோக்கியவாறு உள்ளது. கழிமுகத்தில் ஆறு அடிக்கடி பலகிளைகளாகப் பிரிகிறது; பிரிந்து பின்னிப் பிணைந்துள்ள உருவம் கொண்ட கால்களில் ஓடு கிறது; இக் கால்கள் வெள்ளத்தின்போது அடிக்கடி இடம் மாறும். கழிமுகம் நீரில் மூழ்கியுள்ளபோது புதிய வண்டல்கள்-படிவதால் அதன் மட்டம் மெல்ல உயர்கிறது. வோல்கா, நீவா (Neva) (லெனின் கிராட் இதன் கரையில் உள்ளது), லீனு (Lena), டேன் யூப், நைல் ஆகிய ஆறுகள் பேரளவுடைய கழிமுகங்களை உடையன. சோக் (Sokh), முர்கப் (Murghab). ஜிராவ்ஷான் (Zeravshan) போன்ற சில ஆறுகள் பல நூறு சதுர கிலோமீட்டர் பரப்புள்ள வரண்ட 'கழிமுகங்களை' உடையன. இந்த ஆறுகள் மலைகளை விட்டு இறங்கும்போது நொறுங்கல் பொருள்களைப் (clastic materials) படியவைக்கின்றன. இந்த ஆறுகளின் 'கழிமுகங்கள்' மலைகளின் பக்கத்தில் நன்கு உருட்சி பெற்ற ஆனல் பருவெட்டான (Coarse) நொறுங்கல் பொருள்களையும் வெளியோரங்களில் சன்னமான பொருள்களையும் கொண்டுள்ளன.

கடல்களிலும், மாகடல்களிலும் நீரைக்கொட்டும் பல ஆறு களுக்குக் கழிமுகமே இல்லை. மெதுவாக அமிழும் கடற்கரையிலும், பொங்கோதம் (tider) அதிகமாக உள்ள இடத்திலும் உள்ள ஆற் றின் முகவாய்கள், உள்நிலம் நோக்கியவாறுஉள்ள ஆழமான குறுகிய விரிகுடாவைப் போல் அமைந்துள்ளன. இத்தகைய விரி குடாவுக்கு (bay) ஆற்றின் கடல்வாய் (estuary or liman) என்று பெயர். ட்னீப்பர் (Dnieper), ஒப் (Ob), பக் (Bug), சைன் (Seine) காங்கோ (Congo), அமேஜான் (Amazon) ஆகியவை கடல் வாய் களை உடையன.

ஆற்றின் வளர்ச்சிப் படிநிலைகள் (Stages of river development), தொடக்கம் முதல் முகவாய் வரை ஆற்றின் படுகையின் வளைவு (நீள்வட்டக் குறுக்குத் தோற்றம்) மேல்பகுதியில் செங்குத்தாக ஆரம்பித்து, மெல்ல மெல்ல மென்சரிவாகிக் கொண்டே வந்து கீழ்ப்பகுதியில் சம மட்டமாகிறது. நீரோட்டம் அரிப்புவேலை யைச்செய்வதும், ஆற்றின் பள்ளத்தாக்கில் படிவுகள் ஏற்படுவதும், ஒரு சமன்பாட்டை அடைந்த பிறகு இவ்வாறு உருவம் ஏற்படு கிறது; இத்தகைய ஆறு, அரிப்புத் தடைமட்டத்தை (base level of erosion) அடைந்துள்ளதாகக் கருதவேண்டும். ஆற்றின் போக்கில்



படம் 48. மலை அருவி.

மாறுபட்ட கடினத்தன்மையுடைய பாறைகள் கிடப்பதுண்டு. அதிகக் கடினமான பாறைகள் அரிப்பை எதிர்த்து நிற்கின்றன; ஆகவே, இவை வெளிப்பட்டுள்ள இடங்களில் நீர்வீழ்ச்சிகளும், விரைவிகளும் (rapids) காணப்படுகின்றன (படம் 48). ஒவ்வொரு நீர்வீழ்ச்சியும், விரைவியும் அந்தந்த இடத்துக்கு அரிப்புத் தடை மட்டத்தை உண்டு பண்ணுகின்றன. இந்த நீர்வீழ்ச்சி அல்லது விரைவிக்கு மேலே உள்ள ஆற்றுப் பகுதிகள், இந்தப் புதிய அரிப்புத் தடை மட்டத்துக்கு ஏற்ப, தமது படுகைக் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றத்தை ஏற்படுத்துகின்றன; ஆனால், ஆற்றின் முக்கிய அரிப்புத் தடை மட்டம் கீழ்ப் பகுதியில் அதன் முகவாய்க்கு அருகே உள்ளது. ஆற்றின் குறுக்கே செயற்கையான அணைபோன்ற தடைகளை இடும்போதும், இதேபோல் அரிப்புத் தடைகள் ஏற்படுகின்றன.

சமன்பாடுடைய குறுக்குத் தோற்றமுடைய படுகையை ஏற்படுத்திக்கொண்ட ஆறு, அதன் கால்வாயை மேலும் ஆழமாக்க முடியாது; மேல் பகுதியில் படுகை அரிப்பு நின்றுவிடுகிறது; அதற்குப் பதிலாகப் பக்கவாட்ட அரிப்பு ஆரம்பமாகிறது. 'V' போன்று இருந்த பள்ளத்தாக்கின் உருவம் 'U' போல் மாறுகிறது.

ஓராற்றின் செய்வினைப் போக்கில் அதன் பள்ளத்தாக்கு மிக அகலமாகி, முழுதும் வண்டலால் மூடப்படும். இந்த நிலையில் நீரோட்டவேகம் மிகக் குறைந்துவிடுவதால் படுகை அரிப்பு நின்று விடுகிறது.

ஆற்றின் வளர்ச்சியில் மூன்று படி நிலைகள் (stages) உள்ளன: இளமை நிலைமையில் (youthfulstage) படுகை அரிப்பு நிகழ்கிறது; முதிர்ந்த நிலையில் (mature stage) பக்கவாட்ட அரிப்பு மிகுதியாகிறது; முடிவில் ஓய்ந்த நிலையில் (old stage) அரிப்பு நின்றுவிடுகிறது. ஆற்றின் வெவ்வேறு பகுதிகள் வெவ்வேறு வளர்ச்சி நிலைகளில் உள்ளதை அடிக்கடி காணலாம்: மேல் பகுதிகளில் தீவிர

மான அரிப்பு நிகழும்போது, அதன் முகவாய்க்கு அருகே அதே ஆறு ஓய்ந்த நிலையை அணுகிக்கொண்டிருக்கலாம்.

ஒரு ஆற்றின் வடிகால் தொகுதியும், அதனோடு காணப்படும் மாறுபட்ட வடிநிலப் புடைகூறுகளும் ஏற்பட, பல்லாயிரக்கணக்கான ஆண்டுகள் பிடித்திருக்கும். ஆற்றின் பள்ளத்தாக்குகள் குறுகலாகவும், அவற்றுக்கு இடையே உள்ள இடைவெளி அகலமாகவும் உள்ள வரை, நீரோட்ட இடைவெளியின் பெரும்பகுதியின் தரை மட்டம் ஆற்றுப் பள்ளத்தாக்கைவிட உயரமாகவே உள்ளது. இதை இளமை நிலை புடைகூறு என்பர். ஆறு வளர்ந்துகொண்டே போகப்போக நீர்க்கால் இடைவெளிகள் குறுகிக்கொண்டே வருகின்றன; பள்ளத்தாக்குகள் அகலமாகிக் கொண்டே வருகின்றன. புடைகூறு முதிர்ந்த நிலையை அடைகிறது. முடிவாக, எல்லா நீர்க்கால் இடைவெளிகளும் தாழ்த்தப்பட்டு அவற்றுக்கு இடையே ஆங்காங்கே தனித்து நிற்கும் ஒண்டி மலைகள் (monadnocks) மட்டும், புடைத்தெழும் நிலையில் மொத்த நிலப்பரப்பும் ஆற்றின் பள்ளத்தாக்கின் மட்டத்துக்குத் தாழ்ந்துவிட்டாற்போல் தோன்றும். இது ஓய்ந்த நிலை புடைகூறு. இந்த நிலையில் மேற்பரப்பின் சாய்மானம் மிகக் குறைந்து விடுவதாலும், வண்டல் படிவு அதிகமாய் இருப்பதாலும், நீரின் அரிப்புவேலை நின்றுவிடுகிறது. ஆற்று அரிப்பு நின்றுவிடுகிறது; நிலப்பகுதி சமதளம் அல்லது அரிசமநிலமாக (Peneplain) மாறுகிறது.

புடைகூறின் அடுத்தடுத்தவாறுள்ள இப்படிநிலைகளுக்கு அரிப்புச் சுழற்சி (cycle of erosion or geographical cycle) என்று பெயர். இச் சுழற்சி முடிவுற மிக நீண்ட நிலப்பொதியியல் காலம் பிடிக்கும். இது நடைபெறும்போது புவிப்பொருக்கு மேலெழவோ தாழவோ கூடாது; அப்போதுதான் நீரின் அரிப்பு வேலை தட்டுத்தடையின்றி ஒரே சீராக நடைபெறும். புவிப் பொருக்கு மட்டத்தில் ஏற்படும் மாறுதல்கள், நிலப்பரப்பின் வெவ்வேறு பகுதிகளிலுள்ள சாய்மானங்களை மாற்றிவிடும்; ஆகவே, அவ்வப் பகுதிகளின் நீரோட்ட நிலைகளும் மாறிவிடும்.

ஒரு வடி நிலை நீர்க்கால் தொகுதியின் வளர்ச்சியின்போது சிலபடிநிலைகள் வேகமாக்கப்படவோ, தடைபடவோ கூடும். முதலாவதாக, வடிநில நீர்க்கால் தொகுதி உரியகாலத்திற்கு முற்பட்டே ஓய்ந்த நிலையை அடைந்துவிடும். இரண்டாவதாக, வடிநில நீர்க்கால் தொகுதி புத்துயிர்ப்பு பெற்று ஆறு தன் படுகையை ஆழமாக அரிக்கவும், பள்ளத்தாக்கை அகலமாக்கவும் தொடங்கிவிடும். இத்தகைய மாறுதல்கள் நெடுங்காலமாக நீடிக்கும். புவிப்

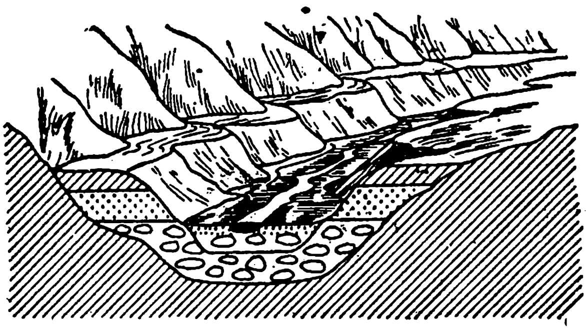
பொருக்கு மட்ட ஊசலாட்டத்தாலோ அல்லது வெப்பதட்ப நிலை யில் பெரிய மாறுதல்கள் ஏற்படுவதாலோ நிகழலாம்.

ஆற்றின் வளர்ச்சியில் ஒரு குறிப்பிட்ட படிநிலையில் அரிப்புத் தடைமட்டம் மெல்ல உயருமானால் ஆற்றின் அரிப்புவளைவு சமதளமாகி விடுவதால் அதன் விசை குறைந்துவிடும். இது முது மையை உண்டாக்கும். இதற்கு மாறாக, அரிப்புத் தடை மட்டும் தாழுமானால் அந்த நிலப்பகுதியில் ஒரு புதிய அரிப்புச்சுழற்சி ஆரம் பமாகும்; அரிப்பு வளைவு செங்குத்தாகும். ஆறு தன் வெள்ளத் திடலையே அரித்துச்செல்லும்; ஆகவே, வெள்ளத்திடலின் மேல் தொங்குமாறு உள்ள உயர்மட்டத்திடல் ஒன்று, முன்னைய வெள் ளத்திடல் இருந்த இடத்தில் உண்டாகும். ஆற்று உற்பத்தி இடம் உயருமானாலும் இதேபோல் நிகழும்.

இவ்வாறே ஆற்று வடிநிலத்தில் மழை பொழிவு அதிகமானால் ஆற்றில் வரும்நீர் அளவு அதிகமாகும்; அதன் விசை அதிகமாகும் அரிப்பும் அதிகமாகும். அரிப்புத்தடை மட்டம் பலமுறை தாழ்வ தாலும், ஆற்றின் உயர்மட்டங்கள் உள்ள இடம் பலமுறை உயர்வ தாலும், ஒன்றன்பின் ஒன்றாக உள்ள திண்ணைபோன்ற தளங்கள் ஆற்றின் இருகரைகளின் நெடுகிலும் நீர்க்கால்,ஓரங்களில் உண்டா கின்றன (படம் 49-51). இத் தளங்கள் ஆற்றின் வண்டலாலோ படுகைப் பாறையாலோ ஆனவை. இவற்றுக்குப் 'பாறை' அல்லது

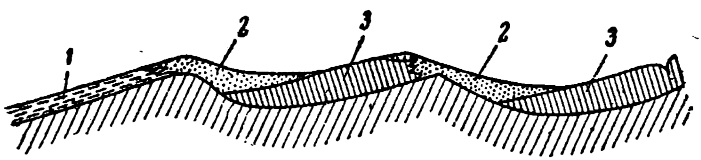


படம் 49. டீயன்ஷான் மலைகளில் ஸாரிஜாஸில் உள்ள தளங்கள்.



படம் 50. ஆற்றுத் தளங்களின் வெட்டுத்தளக் காட்சி.

'அரிப்புத் தளங்கள்' (rock or erosion terrace) எனப்பெயர். கலப்புத் தளங்களும் உண்டாகலாம். ஓர் ஆறு தான் படியவைத்த வண்டல் அத்தனையையும் அரிக்காவிட்டால், ஆற்றடி வண்டல் தளங்கள் உண்டாகின்றன. ஆறு தன் வண்டலை அரித்துவிட்டுத் தன் அடிப்படைப் படுகையையும் அரிக்கத் தொடங்கும்போது கலப்புத்தளங்கள் உண்டாகின்றன; அரிப்பு மேடைகள் ஆற்றின் இளமை நிலைகளில்தான் உண்டாகின்றன; இவை ஆற்றின் இயல் பள்ளத்தாக்கின் சரிவுகளிலுள்ள நீளமான படிவிளிம்புகள் (ledges).



படம் 51. தளங்களில் படிவுகளின் அமைப்பு

1. நீர் பிரி நிலத்தில் உள்ள படிவுகள் (தங்கு-நீருகல்வுப் படிவு—(eluvium). 2. சரிவில் உள்ள படிவுகள் (சரிவு நீருகல்வுப் படிவு—Deluvium). 3. தளத்தில் உள்ள படிவுகள் (ஆற்றடிப் படிவு—alluvium).

ஆறுகளால் அரிக்கப்படும் நிலம், மற்றும் ஆற்றுப்பள்ளத் தாக்கு ஆகியவற்றின் வளர்ச்சியின் வரலாற்றைத் தெளிவுபடுத்த மேடைகளின் (terraces) ஆய்வு பயன்படும்.

தட்டையான நிலத்திலுள்ள ஆறுகள் இரண்டு அல்லது நான்கு தளங்கள் தொங்கிநிற்கும் வெள்ளத்திடலை உடையன.

மலையாறுகள், வழக்கமாக, 18 முதல் 30 தளங்களைப் பெற்றுள்ளன; இவை பல பத்து முதல் பல நூறு மீட்டர் இடை வெளி விட்டு ஒன்றன்மேல் ஒன்று எழுந்தவாறு உள்ளன. மலைச் சரிவு மிகச் செங்குத்தாக உள்ளதால், இச்சரிவுகளின் வழியே இறங்கிகள் வரும் ஆறுகள் செங்குத்தாகச் சாய்மானமுடைய அரிப்பு வளைவையும் பேரளவு விசையையும் பெற்றுள்ளன. மலை ஆறுகளின் நீரோட்டம் மிகவும் பலத்த சுழலோட்டம் உடையது. இதற்கு அழிக்கும் சக்தி அதிகம் உண்டு.

மேட்டு நிலங்களில் தோன்றும் சிற்றுறுகள் வழக்கமாக நீர் வீழ்ச்சிகளை உடையன; இவை ஆழ் பள்ளத்தாக்குகளை (canyons) (படம் 52) உண்டாக்குகின்றன. வழக்கமாக நீர்வீழ்ச்சிக்குமேல் ஆறு தாழ்வான கரைகளுக்கு இடையே ஓடுகிறது; அதற்குக் கீழே ஆழ் பள்ளத்தாக்குகளில் ஓடுகிறது. ஆற்றை அதன் கீழ்ப்பகுதி களில் வந்தடையும் கிளை ஆறுகள், இதேபோல் ஆழமான இடுக்குப் பள்ளத்தாக்குகளில் (gorges) ஓடுகின்றன.



படம் 52. தெரெக் ஆற்றின்-ஆழ்பள்ளத்தாக்கு.

ஆறுகளின் குறுக்கே உள்ள கடினமான பாறை விளிம்புகளை நீர் கடக்கும்போது நீர் வீழ்ச்சிகள் உண்டாகின்றன. காகாஸஸ், அல்டாய், நடுஆசியா ஆகிய இடங்களில் இத்தகைய பல நீர்வீழ்ச்சிகள் உள்ளன. சமநிலத்தில் ஓடும் பெரிய ஆறுகளில் நீர்வீழ்ச்சி

மிகச் சிலவே உள்ளன. வட அமெரிக்காவிலுள்ள 50 மீட்டர் உயர முடைய நையகாரா நீர்வீழ்ச்சியும், தென் ஆப்பிரிக்காவிலுள்ள 133 மீட்டர் உயரமும் 1600 மீட்டர் அகலமும் உடைய ஜாம் பெஜி ஆற்றிலுள்ள விக்டோரியா நீர்வீழ்ச்சியும் உலகின் மிகப் பெரிய நீர் வீழ்ச்சிகளாகும். கீழே விழும் நீருக்கு அரிக்கும் தன்மை மிகுதியாக உண்டு; இதனால்தான் நீர்வீழ்ச்சிகளின் நீர்க்குத்திடங் களில் 'முடுக்கர்கள்' எனப்படும் ஆழமானகுழிகள் ஏற்படு கின்றன. இதனால் நீர் ஓடிவந்து விழும் உயரமான விளிம்புப் பாறைகள், அவற்றின் கீழுள்ள பாறைகள் குழிவாக்கப்பட்டுவிடு வதால், தாங்கிக் கொள்ளும் ஆதாரம் இல்லாது போய் விழுந்து விடுகின்றன. இதனால் நீர்வீழ்ச்சியே ஆற்றுஓட்டத்துக்கு எதிர்த் திசையில் மெல்லப் பின்வாங்கிச் செல்ல நேரிடும். எடுத்துக்காட் டாக, நையகாரா நீர்வீழ்ச்சி ஆண்டுக்கு 0.9—1.5 மீட்டர் வீதம் பின்நோக்கிச் செல்கிறது.

ஆறுகளின் இடையே நீர்வீழ்ச்சிகளைத் தவிர, விரைவிகளும் (rapids) உள்ளன. இவை ஆற்றின் படுகையில் வெள்ளத்தின் போது மட்டும் மூழ்க்கடிக்கப்படும் கடினப்பாறை வெளிப்பு களால் உண்டாகின்றன.

விசை நீரோடைகள் (torrents) : மலைப்பாங்கான பகுதிகளில், முக்கியமாக, வெப்பதட்பநிலை வரண்டும் வெம்மையாயும் உள்ள இடங்களில், சாதாரண நாளில் நீரற்று உள்ள ஓடைகளும், சிற்றாறு களும் பெருமழைகளின் பிறகு பெரும் சேதம் விளைவிக்கும் விசை நீரோடைகளாக மாறுகின்றன. செங்குத்தான மலைச்சரிவுகளில் நீரோட்டம் பாறைத்துண்டுகளையும் உதிரியான மண்ணையும் அரித் துக் கொண்டு விரைந்து ஓடுகிறது.

அரை குறையாக உருகிய, இழுதுபோன்ற (jelly-like) வெண் பனித் திரளைகளும் பனிக்கட்டியும் மண்ணுடன் கலந்தவாறு, மிகுந்த உயரங்களிலிருந்து மலைச்சரிவுகளில் சறுக்கிக்கொண்டு வரும்போது அதன் முன்னால் நொறுங்கி உடைந்த சிறுகற்கள் உருண்டு வருகின்றன. நீர், வெண்பனி, மண், மணல் அனைத்தும் கலந்து தொடர்ச்சி அறுத கருநிறமுடைய பிசுபிசுப்பான திரளாகக் கற்களையும் திரளைகளையும் உருட்டிக்கொண்டு வருகின்றன. இவ் வாறு விரைந்துவரும் பெரிய குழப்பக்குவியலில், பேரளவுடைய கற்கள் பெருவிசையுடன் ஒன்றின்மேல் ஒன்று மோதிக்கொள் கின்றன. இதனால் மலைகளிலிருந்து இடிபோன்ற ஒலிகள் எழுந்து அபாய அறிவிப்புகள்போல் வானைப் பிளக்கின்றன.

மேட்டு நிலங்களில் இத்தகைய விசைநீரோடைகள் (torrents) இருந்தாற்போலிருந்து பெருமழைகளாலும் பனி உருகு நீராலும் உண்டாகின்றன. இவை பெருஞ்சேதங்களை விளைவிக்கின்றன.

விசை நீரோடைகள் தம் பள்ளத்தாக்கு முகவாய்களில், பெரு மளவு பாறை உகல்பொருள்களைக் கொண்டு வந்து சேர்க்கின்றன; இவை அவ்வளவாக உருட்சிபெறாத, தரம் பிரிக்கப்படாத படிவு அடுக்கு அற்ற பாறைஉகுபொருள்கள், (Prolurium) விரைவாக ஓடும் சிற்றாறு கொண்டு வந்து கொட்டும் உகுபொருள்கள் உலர் கழிமுகங்கள் (dry deltas) எனப்படும் பெரிய ஆற்றடி விசிறிக ளாகப் (allvrial fans) படிகின்றன (படம் 53, 54). நடு ஆசியாவி



படம் 53. மலைப் பள்ளத்தாக்கிலிருந்து வரும் உகல் கூம்பு. இதன் உருவம் தளம் போன்றது ; முனை ஆற்றரிப்பினால் வெட்டுப்பட்டுள்ளது.



படம் 54. மண் கல் ஆற்றுப் படிவுகள்.

லுள்ள ஆல்மா—ஆடா (Alma—Ata), ஆண்டிஜான் (Andizan) கோக்காண்டு (Kokand) ஆகிய நகரங்களும் காகாஸஸில் பல ஊர்களும் ஆற்றடி விசிறிகளின்மேல் அமைந்துள்ளன.

ஆற்றுப் பள்ளத்தாக்குகளின் சரிவுகளில் மரங்களை நடுவதாலும், அணைகளைக் கட்டுவதாலும் மண்ணைச் சுமந்து வரும் விசை நீரோட்டங்கள் ஏற்படாமல் தடுக்கின்றனர்.

நிலநீரின் நிலப்பொதியியல் இயக்கம்

பாறைகளுக்கும் நீருக்கும் உள்ள உறவு : புவிப்பொருக்காய் அமைந்துள்ள பாறைகள் முற்றிலும் திண்ணியவை அல்ல. இவை ஈரத்தைச் சேமிக்கக் கூடிய புரைகளையும் உட்டுளைகளையும் பெற்றுள்ளன. இவ்வாறு பாறைகளில் சேமிக்கப்படும் நீருக்கு நிலநீர் (under gronud water) என்று பெயர்; இது மேற்பரப்பு நீரிலிருந்து வேறுபட்டது. புரைகளும், உட்டுளைகளும் உள்ளுக்குள்ளாகவே ஒன்றோடொன்று இணைந்துள்ளதால், நிலை நீரியக்கவியல் அழுத்த உயர வேற்றுமை இருக்குமானல் புரைகள் அல்லது உட்டுளைகளின் வழியாக நீர்புகுந்து செல்லக்கூடும்.

புரைகளின் வழியாக நீர் பாயக் கூடிய தன்மை பாறைக்குப் பாறை மாறுபடுகிறது. கூழாங்கற்கள், சரளைக்கற்கள் மணல், வெடிப்புக் கண்ட கிரேனைட், உட்குகைகளையுடைய சுண்ணப் பாறை ஆகிய சில பாறைகளில் பேரளவுடைய புரைகள் உள்ளன. இவற்றினுள் நீர் எளிதில் புகும், ஆனல் களிமண், வெடிப்பற்ற சுதை மண் (marl) வெடிப்பற்ற படிகவயச்சட்டுகள் ஆகிய பாறைகள் நுண்புழைகளை (நுண்புரைகள்) உடையன ; இவற்றினுள் நீர்புகமுடிவதில்லை.

ஒரு பாறையின் நீர் உறிஞ்சும்-திறமைக்கு நீர் புகுதன்மை அல்லது நுழைமை (permeability) என்று பெயர். நீர் நுழைமைக்கு ஏற்பபாறைகளை, 1. நீர் நுழைபாறைகள், 2. குறை நுழைமைப் பாறைகள், 3. நீர் புகாப் பாறைகள் என மூன்று விதமாகப் பிரிக்கலாம்.

கூழாங்கற்கள், சரளைக்கல், மணல் போன்ற காரையால் பிணைக்கப்படாத உருள்கல் மூலப்பாறைகளும் (psephitic), பெரிதும் வெடிப்பு கண்டுள்ள பாறைகளும் நுழைமையுடைய பாறை வகுப்பைச் சேரும். களிவய மணல், லெஸ் (loess), பீட் (peet), வெடிப்புள்ள சுதைமண் ஆகியவை குறை நுழைமையுடையவை.

வெடிப்பில்லாத எல்லாக் கடினப் படிகவயப் பாறைகளும், களி மண்களும் நீர்புகாப் பாறைகள்.

நீரை உள்ளடக்கி வைக்கும் திறமை பாறைகளின் மற்றொரு முக்கிய குணமாகும். இதை ஈரத்திறன் அளவு (moisture capacity) என்பர். இது பாறைகளின் நுண்புழை அமைப்பு, ஈரம் உறிஞ்சும் அமைப்புக் கூறு ஆகியவற்றைப் பொருத்தது. இவை கீழ்வரும் மூன்றுவகையின :

1. அதிக ஈர அளவு உடையவை (பீட், களிவய குறுமண்).

2. குறைந்த ஈர அளவு உடையவை (சுதைமண், 'லெஸ்', களிவய மணற்பாறை, களிவய மணல்).

3. ஈரத் தன்மையே அற்ற பாறைகள் (தணற்பாறைகள், திண்ணிய படிவுப் பாறைகள்).

ஒரு பாறையின் ஈர அளவு அதன் புரைகளின் அளவையும், துணுக்குகளுக்கு இடையேயுள்ள புழைகளின் அளவையும் பொருத்தது. புழைகள் எவ்வளவுக்கெவ்வளவு நுண்ணியவையாக உள்ளனவோ அவ்வளவுக்கவ்வளவு பாறையின் ஈரஅளவு அதிகமாகவும் நுழைமை குறைவாகவும் இருக்கும். நீர் மண்டிக் கிடக்கும்போது, நுண்புழைப் புரைகளிலுள்ள நீர்ப்படலத்தின் மேற்பரப்பு விகுவிசை அந்த நீர்த்துணுக்குகளைச் சிறைபிடித்து வைத்துவிடுவதால், மேற்கொண்டு நீர்புகுந்து அடியிலுள்ள பாறை அடுக்குகளை அணுகாமல் தடுத்துவிடுகின்றன.

இதை விளக்க இரண்டு எடுத்துக்காட்டுகள் : உதிரியான பெருங் கூழாங்கல்லின் கூழாங்கற்களுக்கு இடையேயுள்ள உட்புழைகள் அதிக அளவு நீரை உள்ளடக்கவல்லவை. ஆனால், எளிதில் மொத்த நீரும் வடிந்து கீழ் அடுக்குகளை அடைகிறது; கல்லின்மேல் ஈரமான படலமாக ஒட்டிக் கொண்டிருக்கும் நீர் மட்டுமே பின் தங்குகிறது. இதனால்தான், கூழாங்கல், சரளைக்கல் போன்ற படிவுகளிலிருந்து அதிக அளவு நீர் கிடைக்கிறது.

நீர் மண்டிய களிமண்ணில் இதற்கு நேர் மாறாக நிகழ்கிறது. உலர்ந்த களிமண் உயர்ந்த நுண்புழைப் புரைமையுடையது (60 %); இது நீரை விரைவாக உறிஞ்சிக் கொள்கிறது; நீரால் நிறைக்கப்பட்டதும் நீர் நுழைமையை இழந்து விடுகிறது; ஏனெனில், இதன் நுண்ணிய உட்புழைகளிலுள்ள நீர்ப்படலத்தின் மேற்பரப்பு, விகுவைவிசை உள்ளே நுழையும் நீருக்கு மிக

அதிகமான எதிர்ப்பைத் தருகிறது. களிமண்ணில் மிகக் குறைந்த அளவு நீர் கிடைப்பதை இது விளக்குகிறது.

களிமண்ணின் உயர்ந்த நுண்புழைமைக்குக் காரணம், அதன் துணுக்குகளின் கூரை ஓடுகள் போல் ஒன்றின் மேல் ஒன்று கவிந்தவாறுள்ள பாவு அமைப்பு (imbricate) ஆகும். இதனால் துணுக்குகளின் இடையேயுள்ள உட்புழைகள் கீற்றுத் துளைவடிவில் (slit-shaped) உள்ளன. இதனால் குறுவெட்டுப்பரப்பு குறைவாகவும், நீர் ஒட்டுப் பரப்பு அதிகமாகவும் உள்ளது.

களிமண்ணின் ஈர அளவு எவ்வளவு அதிகமானது என்பதைக் கீழேகாணும் உண்மை உணர்த்தும்: களிமண்ணின் ஈர அளவு 40 முதல் 70 சதவீதம் வரை இருக்கக்கூடும்; அதாவது, ஒரு மீட்டர் கனசதுர அளவுள்ள களிமண் 0.2—0.4 கனசதுர மீட்டர் அளவு நீரை உறிஞ்சி உள்ளே அடக்கிக் கொள்ளும்; சிலபோது 0.7 கனசதுர மீட்டர் அளவு நீரைக்கூட உறிஞ்சிக் கொள்ளும்.

நிலநீரின் தோற்றம் : நிலநீர் பல வழிகளில் தோன்றுகிறது. மழை நீர் அல்லது வெண்பனி உருகு நீர் ஆகியவை நிலத்தினுள் ஊறிச்செல்வதால்(percolation, infiltration) நிலநீர்உண்டாகிறது. நிலநீர் இயற்கையான ஏரிகள் அல்லது ஆறுகள் அல்லது செயற்கையான கால்வாய்கள், அல்லது நீர்நிலைகளிலிருந்து ஊறுவதாலும் சேமிக்கப்படுகிறது, ஆனால், சில இடங்களில் நிலநீர் உள் ஊறலினால் உண்டாவதில்லை. எடுத்துக்காட்டாக, மழையே இல்லாமலும், ஆவியாதல் அதிகமாயும் உள்ள பாலைகளிலும், பல மீட்டர் அல்லது சிலபோது பல இருபது மீட்டர் ஆழத்தில் உள்ளது. இந்த நீரில் பெரும்பாலும் அதிக அளவு கனிமச்சத்து இருப்பதால் இது குடிக்க ஏற்றதல்ல. பிறை எக்கர்களின் (barkhans) சிறிதளவு நன்னீர் உள்ளது. இந்த நீர் நீராவி குளிர்ந்து உறைவதால் உண்டானதென்று நம்பப்படுகிறது. சிறிதளவு நீராவி எப்போதும் காற்று மண்டலத்திலும் மண்ணிலுள்ள உட்புழைகளிலும் இருக்கும்.

காற்று ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு நீரைத்தான் கொண்டிருக்க வல்லது. இந்த அளவு அதன் வெப்பநிலையைப் பொருத்தது. காற்றின் வெப்ப அளவு அதிகமாக ஆக அது ஈர்க்கக்கூடிய நீராவி அளவு அதிகமாகிறது. 0°செ. வெப்பஅளவில் செறிவு நிலையில் உள்ள ஒரு கன சதுர மீட்டர் அளவுள்ள காற்று 4.5 கிராம் எடை அளவுவரை நீராவிவயமான ஈரத்தைக் கொண்டிருக்கக்கூடும்; 15°செ. வெப்பத்தில் 12.7 கிராமும் 35°செ. வெப்பத்தில் 40.3

கிராமும் கொண்டிருக்கும். வழக்கமாக, காற்று குறை-தெவிட்டு நிலையில் இருக்கும்; 35°செ. வெப்ப முடைய பாலைக் காற்று முழு அளவான 40.3 கிராமில் பாதி அளவுக்குமேல் நீராவி ஈரத்தைப் பெற்றிருப்பதில்லை. இதன்படி பாலைகளில், குறை செறிவு அளவு 20 கிராம்; அதாவது, காற்றின் சார்பு ஈர நயப்பு (relative humidity) 40—50 சதவீதம். இதற்கு நேர்மாருக, பகல் இரவு வெப்ப அளவுகளுக்கு இடையேயுள்ள அதிக வேற்றுமையின் காரணமாக, இரவில் பாலைக் காற்று மிகு தெவிட்டு நிலையில் உள்ளது. இந்த மிகை ஈர அளவு, பனித்துளிகளாக விடுவிக்கப் படுகிறது; இப் பனித்துகள்கள் நிலத்தின்மேல் படிகின்றன; இதனுல் நிலத்தை ஈரமாக்குகின்றன; அவ்வப்போது உள்ளேயும் ஊறிச் செல்கின்றன. சிறிது நீர் நிலத்தின் உள்சென்று செறிகிறது; இது நில நீருடன் சேர்கிறது. இவ்வாறு, பாலைகளில் நிலநீர் காற்றிலுள்ள நீராவியின் உறைவால் உண்டாகிறது. இதனுல், நீராவி உறைவு (Condensation) நிலநீர் உண்டாவதற்கு மற்ெருரு வழியாகும்.

எரிமலைகள் கற்குழம்புகளுடன் அடிக்கடி நீராவியையும் வெளியேற்றுகின்றன. இதனுல் புவியினுள்ளே தோன்றும் பாறைக் குழம்பு (magma) பல வாயுக்களை மட்டுமல்லாது நீராவியையும் கொண்டுள்ளன என்று சில அறிவியலாளர்கள் கருதுகின்றனர். புவியின் உள்ளிருக்கும் மிகச் சூடான, மிக்க அமுக்கத்தில் உள்ள, ஆவிகள் (gases) செறிந்துள்ள வாயுக்கள் (vapours) கனிமங்களை வெகு விரைவில் கரைக்கின்றன. இவை புவிப்பொருக்கின் மேல் மட்டத்திலுள்ள படலங்களை நோக்கி மேலெழும்போது வழியில் பல கனிமங்களைக் கரைக்கின்றன. புவிப்பொருக்கின் குளிர்ந்த பகுதிகளை அடைந்ததும் இவை சூடான வாயுக்கள் கரைந்து செறிந்துள்ள நீராகின்றன. இந் நீர் மேற்பரப்பை நோக்கி வரும் போது குளிர்கிறது; ஆனுலும், அடிக்கடி இது மிகச்சூடாகவும் பெருமளவு கனிம மாசுகளையும் கொண்டுள்ளது. இதற்கு பாறைக் குழம்பு நீர் அல்லது இளநீர் (magmatic-juvenile water) என்று பெயர். நில நீர் ஓரளவுக்கு, புவிப் பொருக்கில் உள்ள நீர் கொண்ட கனிமங்கள் நீரை இழப்பதால் (dehydration) பெருகுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, ஜிப்ஸம் $CaSO_4 . (2H_2O)$ 21 சதவீதம் நீர் உடையது. ஜிப்ஸம் பாறை மாற்றியல்பகுதியை அடைந்ததும், இந்த நீரை இழப்பதால் அன்ஹைட்ரைட்டாக (anhydrita) மாறுகிறது. மிராபிலைட் (mirabilite) $Na_2SO_4 . (10H_2O)$ 56 சதவீதம் நீரை உடையது. மிராபிலைட் நீரை இழந்ததும் (dehydraled) இந்த நீர் விடுவிக்கப் படுகிறது. இயற்கைச் சூழ்நிலைகளைப் பொருத்து,

வெவ்வேறு நிலப்பகுதிகளில் நிலநீர்கள் மேற்குறிப்பிட்டவற்றில் பல அல்லது ஒரு வகையில் உண்டானவை.

ஆனால், செயல்முறையில், (இரண்டு அல்லது மூன்று கி.மீ. ஆழம் வரை) செயற்கையாக உண்டாக்கிய குழிகளில் ஊறும் நீர் முக்கியமாக உள்ஊறல் நீராகவே இருக்கும். இளநீர், பனிஉறை நீர், வேதியியல் நீர் இழப்பு (dehydration) ஆகிய முறைகளில் உண்டாகும் நீரின் அளவு மிகச் சிறிதாகும்.

உள் ஊறல் பனி உறைவு நீர்கள் காற்று மண்டலத்திலும் நீர் மண்டலத்திலும் உள்ள ஈரத்துக்கு மிக நெருங்கிய உறவு கொண்டவை. இந்த நீர்கள் ஒரே சுழற்சியில் திரும்பந்திரும்பச் சுழல்வன. மாகடல்கள், கடல்கள், நீர்த்தேக்கங்கள் ஆகியவை ஆவியாகி உலர்வதால் நீராவி வெளிப்பட்டு மேகங்களில் சேர் கின்றன; பிறகு குளிர்ந்து இறுகி மழையாகவும், பனியாகவும் பொழிகின்றன. நிலத்தின் மேல், ஆறுகளாகவும் ஓடைகளாகவும் பனிக்கட்டியும் வெண்பனியும் உருகிய நீராகவும் இந்த நீர் நீர்த் தேக்கங்களுக்குள் ஓடிச் சேர்கின்றன. இவ்வாறு நீர்த்தேக் கங்கள் இழக்கும் நீர் மீண்டும் பெறப்படுகிறது; அதாவது, இது ஒரு குறிப்பிட்ட சுழற்சியை மேற்கொள்கிறது. புவிப்பரப்பில் விழும் நீரில் சிறுபகுதி ஆவியாகிறது; மற்றொரு பகுதி மண் ணுக்குள் ஊறிச்செல்கிறது; சென்று அங்குள்ள தரையடிக் கால் களினூடே ஓடி அதுவும் நீர்த் தேக்கங்களை அடைகிறது. நிலநீரின் பின்னைய பகுதி, காற்று மண்டலப் பொழிவின் பொதுவான வடி முறையின் தரையடிப் பகுதியைச் சேரும்; இதற்கு **நிலைய நிலநீர்** (Vadose water) என்று பெயர். இது மேக்மா வயமான தணல்-நீருக்கு மாறுபட்டது.

சில நிலப்பகுதிகளில், வெப்பதட்ப நிலையின் காரணமாக, ஆண்டுப் பொழிவில் 75—80 சதவீதம் மேற்பரப்புநீர் மற்றும் நிலநீரின் ஆக்கத்துக்கே செலவழிக்கப்படுகிறது; மற்றப்பகுதிகளில் அதே அளவு ஆவியாதலில் செலவாகிறது.

ஏறத்தாழ ஒரே மாதிரியான வெப்பதட்ப நிலைகள் இருக்கு மானால், உள் ஊறும் நீரின் அளவு 10 முதல் 30 சதவீதம் வரை மண் வேற்றுமை, சாய்மான வேற்றுமை, தாவர வேற்றுமை ஆகிய வற்றுக்கு ஏற்ப மாறுபடுகிறது.

மேலும், தரையினுள் ஊறும் மழைநீர் வெண்பனி நீர், ஆகிய வற்றின் அளவு மண்ணின் நுழைமை, தாவர வகை, நிலமேற்கூறு, மழையும் வெண்பனியும் பொழியும் சூழ் நிலைகள், வெண்பனி

உருகும் சூழ்நிலே, சாய்மான நிலே, பருவகாலம் ஆகியவற்றைப் பொருத்தது. எடுத்துக்காட்டாக, நடு ஆசியாவின் மலேப்பள்ளத் தாக்குகளில் இளவேனில், இலேயுதிர் காலங்களின் பொழிவில் 40-45 சதவீதம் நிலத்தினுள் ஊறுகிறது; குளிர்காலத்தின் பெரும்பாலான பொழிவு வழிந்தோடிவிடுகிறது. (run-off); கோடை பொழிவு ஆவியாகிவிடுகிறது.

நிலநீர்களின் பாகுபாடு : புவிப்பொருக்கில் நிலநீர்கள் உள்ள நிலேகளும், இந்த நீர்களின் தரமும் வியக்கத்தக்க முறையில் மாறுபடுகின்றன; ஆகவே, நிலநீர்களே அவை கிடைக்கும் சூழ்நிலேகளேப் பொருத்தும், அவற்றின் தரத்தைப்பொருத்தும் பகுக்கின்றனர். கிடைக்கும் சூழ்நிலேகளேயொட்டி பகுக்கப்பட்டுள்ள நீர்களே ஆய்வோம்.

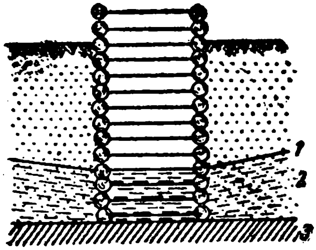
முக்கிய பிரிவுகள் : 1. மண்நீர்கள்; 2. அடிமண் நீர்கள்; 3. நடு அல்லது அடுக்கிடை நீர்கள்.

மண் நீர்கள் : புவி மேற்பரப்பில் உள்ளன. இவை பருவகால வெப்ப தட்ப நிலேகளால் பாதிக்கப்படுகின்றன: கோடையில் இவை சூடாகின்றன; இதனுல் விரைவாக ஆவியாகின்றன; மழை காலத்தில் இவை மண்ணில் செறிவடைகின்றன; குளிர்காலத்தில் பனிக்கட்டியாக உறைகின்றன.

இதேபோல் இவற்றின் தரமும் மாறுபடுகிறது. பல வரண்ட பகுதிகளில் மண்ணில் உவர் நீர் உள்ளது. இந்த மண் உயர்ந்ததும் உவர் நீர் வரண்டு அதன் உப்புகள் படிகமாகி, ஆல்கலி தளங்கள் (flat) அல்லது உப்பு அமுவங்களே உண்டாக்குகின்றன. அளவுக்கு மேலான ஈரமுள்ள இடங்களில், மண்ணிலுள்ள நீர்கள் பெருமளவு உயிர்மப்பொருள்களேக் கொண்டுள்ளன; இதனுல்தான் அவை மஞ்சள் பழுப்பு நிறத்தைக் கொண்டுள்ளன.

அடிமண் நீர்கள் (Sub-soil waters) : மேற்பரப்புக்குச் சிறிது ஆழத்தில் உள்ளது. இதற்கு அடியில் ஏறக்குறைய நீர் புகாதவாறுள்ள ஒரு பாறைப் படலம் உள்ளது. இவை பெரும்பாலும் களி மண்கள், களிமண் போன்ற பாறைகள், ஒற்றைக்கல்வய (monolithic) சுண்ணப்பாறைகள், சட்டுக்கள், மற்றும் பல பாறைகளாக உள்ளன (படம் 55).

இவ்வாறு, மண் நீர்களுக்கு மாருக, அடிமண் நீர்கள் இருப்பதை அவற்றுக்கு அடியிலுள்ள நீர் எதிர்ப்புடைய படலம் காட்டும். இவற்றுக்கு மேலே சுமாரான தடிப்புடைய நீரற்ற பாறைப்



படம் 55. கிணற்றின் வெட்டுத்தளத் தோற்றம்.

1. நில நீர்மட்டம்; 2. நீர்புகு படுகை 3. நீர்புகாப் படுகை.

பகுதி இவற்றை மேற்பரப்பி லிருந்து பிரிப்பதால் மண் நீர் களைப் போல் இவற்றில் வெப்ப மாற்ற வீச்சு அதிகமாக இருப் பதில்லை. அடிமண் நீர்கள் சில மீட்டர் ஆழத்தில் இருக்கும் போது (நிலை பனிப்பகுதியைத் தவிர, permo frost) அவை எப் போதும் பனிக்கட்டியாக உறை வதில்லை; இவற்றின் வெப்பநிலை மிகுதியாகக் குறைவதே இல்லை; இவை மண் நீர்களைப் போல கோடையில் அதிகமாக வெப்ப மடைவதும் இல்லை. இதனால் தான், அடிமண் நீர்கள் கோடை யில் குளிர்ந்தும் குளிர்காலத்தில் வெதுவெதுப்பாகவும் இருப்பது போல் தோன்றுகிறது.

இந்த நீர்கள் தரத்திலும் மிகவும் வேறுபடுகின்றன. சில பாறைகளில் கரையக்கூடிய பொருள்கள் மிகவும் சிறிதளவே உள்ளன; இவற்றிலுள்ள நீர் மென்மையாகவும் (soft) சுத்தமாக வும் (fresh) உள்ளது. எடுத்துக்காட்டாக, மணற் பாங்கான படி வுகள். இதற்கு நேர்மாறாக அடிமண் நீர்கள் கடினமாகவும் உவர்ப்பாகவும் உள்ளன; பாலைகளில் இவை அடிக்கடி உப்பு நீரா கவே உள்ளன. சாதாரண உப்பு தயாரிக்கப் பயன்படும் உப்பு நீர்கள் (brines) ஹேலைட் (Halite, Nacl) எனப்படும் கனிமமும், மற்றும் எளிதில் கரையக் கூடிய உப்புகளும், மிகுதியாக உள்ள பாறைகளின் ஊடே நீர் ஊறிச் செல்வதால் உண்டாகின்றன.

அடிமண் நீர்களின் மேற்பரப்பை நிலநீர் மட்டம் (water-table) என்பர். இந்த நிலநீர் மட்டத்தின் ஆழம் 0 முதல் 20 மீட் டர் வரை மாறுபடுகிறது. இது நீர் எதிர்க்கும் பாறைப் படலம் எவ்வளவு ஆழத்தில் உள்ளதோ அதைப் பொருத்தும், நீர்செறிந் துள்ள படுகையின் தடிப்பைப் பொருத்தும் வேறுபடுகிறது.

வடக்கிலிருந்து தெற்கு நோக்கிச் செல்வோமாயின், அடிமண் நீர்கள் உள்ள ஆழம் ஒழுங்காக இல்லாததைக் காணலாம். எடுத் துக்காட்டாக, வளிஈரம் (humidity) அதிகமாக உள்ள பகுதிகளில் நில நீர்மட்டம் மேற்பரப்புக்கு வெகு அருகேயே உள்ளது; இந்தப் பகுதிகளில் நிலநீர் பெருமளவில் உள்ளது; இது மென்னீராக உள்ளது; இதில் பெருமளவு உயிர்மப் பொருள்கள் கலந்துள்ளன. இன்னும் தெற்கே, நிலநீர் மட்டத்தின் ஆழமும் நீரிலுள்ள கனிம அளவும் அதிகரிப்பதைக் காண்கிறோம்.

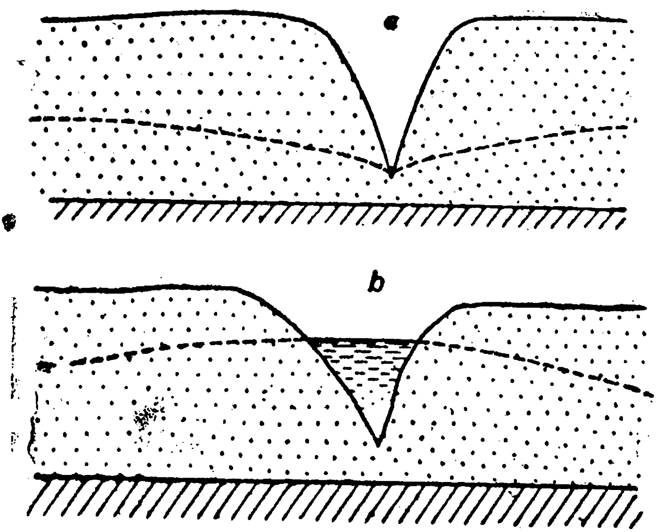
நிலநீர்கள் ஆற்றுப்பள்ளத்தாக்கிலுள்ள ஆற்றடிப் படிவுகளில் காணப்படுகின்றன. இப் பள்ளத்தாக்குகளில் இவை மழை பொழி வால் மட்டுமல்லாது, ஆற்றின் நீராலும் சரிவுகளிலுள்ள நிலநீர் உள் ஊறுவதாலும் அதிகமாக்கப்படுகின்றன. நிலநீர்களின் அளவு ஆற்றடிப் பகுதிகளின் தடிப்பையும் கூட்டமைவையும் பொருத்தது. சிறிய ஆறுகளின் களிச்சத்து அதிகமாக உள்ள ஆற்றடிப் படிவு களில் நிலநீர் சிறிதளவே உள்ளது. 'வோல்கா' 'ட்னீபெர்' போன்ற பெரிய ஆறுகளின் பள்ளத்தாக்குகளில் ஆற்றடி வண்டல் பல பத்து மீட்டர் தடிப்பு உள்ளது; இது மணல் வயமாகவும் உள்ளது; இச் சூழ்நிலைகளில் நிலநீர் இதில் மிகுந்துள்ளது. இது மிகப்பெரிய பரப்புகளிலுள்ள குவார்ட்ஸ் மணல் நிறைந்த பண் டைய பனியாற்றுப் பள்ளத்தாக்குகளோடு இணைந்துள்ளது. 'யவுஜா' (Yauza) எனப்படும் 'மோஸ்க்வா' (Moskva) ஆற்றுக் கிளைஆற்றின் பள்ளத்தாக்கு இத்தகைய ஒன்றே. இந்த ஆற்றின் பண்டைய ஆற்றடி வண்டல் படிவுகள் பல பத்தாண்டுகளாகச் சுமார் 4 மில்லியன் 'பக்கெட்' நன்னீரை மாஸ்கோவுக்கு அளித்துக் கொண்டிருக்கின்றன.

நிலநீர் மட்டம் அடிக்கடி மாறிக்கொண்டே இருக்கிறது; இது காற்று மண்டலச் சூழ்நிலைகள், மழை பொழிவு ஆட்சி, மேற்பரப்பு வடிநீர் ஆட்சி, தாவரங்கள், மற்றும் இதுபோன்ற பல கூறுகளுக் குக் கட்டுப்பட்டுள்ளது. மேற்பரப்புக்கு அருகே உள்ள நீர் எளிதில் மாசடைகிறது. அடிமண் நீர்களுக்கு நிலை நீரியக்க உயரம் இல்லை. ஆகவே, இவற்றிலிருந்து நீரை எடுத்த பிறகும் இவை வழக்கமாக முன்பு இருந்த அதே ஆழத்திலேயே உள்ளன.

அடிமண் நீர்களின் மேற்பரப்பின் சம உயரக்கோடுகள் (contours) நிலமேற்பரப்பின் சம உயரக்கோடுகளைப்போலவே, ஆனால் சற்று மழுக்கப்பட்ட உருவத்தைக் கொண்டுள்ளன. ஆகவே, நிலநீர்மட்டம் சரிவாக உள்ளபோது நீரோட்டத்தைஉண் டாக்குகின்றன. நீர் எதிர்க்கும் படுகை தாழும் இடங்களில் சில போது நிலையான நீர்ப்பகுதிகள் இருப்பதுண்டு. இவற்றுக்கு அடி மண்-நீர் பேசின்கள் என்று பெயர்.

நிலநீர் புவிஈர்ப்பு ஊற்றுக்காக (gravity springs) நீர் உள்ள படுகை பள்ளத்தாக்கினுல் வெட்டப்படும் இடத்திலோ ஏரி அல்லது கடலின் கரையில் திடுமென முடிவுறும் இடத்திலோ மேற்பரப் புக்கு வருகிறது. நிலநீர் ஓட்டத்தின் மேற்பரப்பு, மெல்ல நீரோட் டத்திசையில் தாழ்ந்து செல்வதால் அதன் உருவம் குழிவாக்கப் படுகிறது.

இந்த மேற்பரப்பு பேசினுக்கு உட்புறமாகவோ அல்லது வெளிப்புறமாகவோ சாய்ந்து இருக்கக் கூடும் (படம் 56). முதல் வகையில் நிலநீர் மேற்பரப்பு நீர்களால் பெருகுகிறது; இரண்டாவது வகையில் நிலநீர் மேற்பரப்பு நீர்களைப் பெருக்குகிறது.



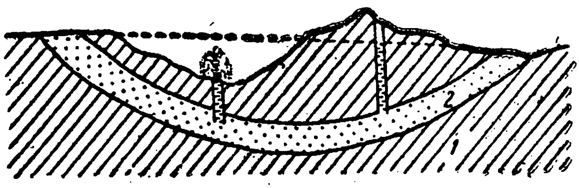
படம் 56. குழிவு மேற்பரப்பு.

(a) நில நீரால் ஊட்டப்படும் ஆறு. (b) ஆற்றினால் ஊட்டப்படும் நிலநீர்.

அடிமண் நீரின் மட்டத்துக்கும் ஆற்றுநீர் மட்டத்துக்கும் இடையேயுள்ள உறவு வெப்பதட்ப நிலையைப் பொருத்தது. ஈரமான அல்லது மித வெப்பமான வெப்ப தட்ப நிலையில் ஆறுகள் அடிமண் நீர்களால் ஊட்டப்படுகின்றன; வரட்சியான வெப்ப தட்ப நிலையுடைய பகுதிகளில் அடிமண் நீர்கள் ஆறுகளால் ஊட்டப்படுகின்றன. மனிதனின் செயல்கள் நிலநீர் மட்டத்துக்கும் மேற்பரப்பு நீர்மட்டத்துக்கும் இடையே உள்ள உறவைப் பெரிதும் பாதிக்கின்றன.

அடுக்கிடை நீர்களுக்குமேல் (interstratal waters) கூறை போன்ற நீர் எதிர்க்கும் படிவு (உள்ளடக்குப் படிவு) உள்ளது. அடிமண் நீர்களில் இவ்வாறு இல்லை. இதனால் மேற்பரப்பு நீர்கள் (மழை, வெண்பனி, ஆறு ஆகியவற்றின் நீர்கள்) அடுக்கிடை நீர்

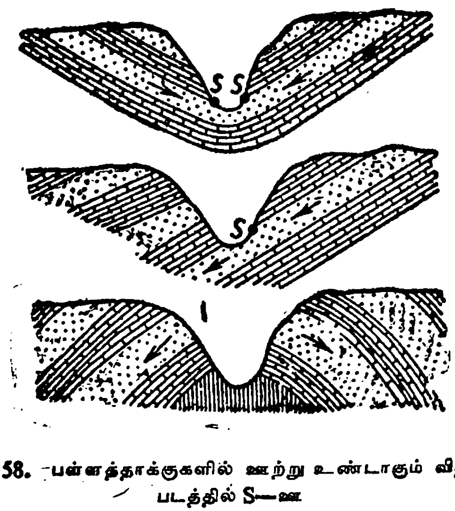
கள் வரை உள் ஊறிச்செய்வதில்லை (படம் 57). இதன் விளைவாக, ஊட்டப்பகுதிகளை வெகு அருகே கொண்டுள்ள மேற்பரப்பு நீர்களுக்கு மாறாக அடுக்கிடை நீர்களின் ஊட்டப்பகுதி (alimentation region) நூற்றுக்கணக்கான கி.மீ. தொலைவிலும் இருக்கும்.



படம் 57. ஆர்டீஷியன் நீர்.

1. நீர் புகாப் படுகை. 2. நீர் உள்ள படுகை.

அடுக்கிடை நீர் நிறைப் படுகைகளிலிருந்து நீரை ஆற்றுப் பள்ளத்தாக்கு அல்லது ஆழமான கமர்க்கால் அல்லது ஓடைக் கமர்களில் (ravine) பெறலாம். இங்கு இது விட்டு விட்டு எழும் ஊற்றாகவோ தொடர்ந்து வடியும் ஊற்றோடையாகவோ (படம் 58) வெளிவரும். இங்கு நிலநீர் ஊட்டப் பகுதியிலிருந்து பள்ளத்தாக்கை நோக்கி நீர் எதிர்க்கும் படுகையின் சாய்ந்த பரப்பின் ஊடே வருகிறது; இது இறங்கும் நீர் எனப்படும். இது நிலநீரைவிடப் புவிப்பரப்புக்கு எவ்வளவுக்கெவ்வளவு விலகிய வாறு உள்ளதோ அவ்வளவுக்கவ்வளவு இதன் வெப்ப அளவு



படம் 58. பள்ளத்தாக்குகளில் ஊற்று உண்டாகும் விதங்கள்.
படத்தில் S—ஊ

நிலேத்ததாக இருக்கும். இத்தகைய நீரைஎட்டும் ஆழமான கிணறு களிலுள்ள நீரின் ஆண்டு வெப்ப அளவு 1-2°செ-க்கு மேல் மாறு படுவதில்லே. இறங்கும் அடுக்கிடை நிலநீரின் தரம் இந்த நீர் ஊறி வரும் பாறைகளிலுள்ள எளிதில் கரையும் உப்புகளின் அளவைப் பொருத்துள்ளது. ஆகவே, அடுக்கிடை நீர்கள் மென்மை யாகவோ, கடினமாகவோ, உப்பாகவோ இருக்கக்கூடும்.

சிலபோது அடுக்கிடை நீர் நிறைப் படுகையிலிருந்து நீர் வெளியேறுவதே இல்லே. இதில் நீர் சேர்ந்து கொண்டே வருகிறது. இதை அடக்கியுள்ள படுகையின் மட்டம் வரை இதை நிரப்பு கிறது; நிலேநீர் இயக்க உயரத்தை வளர்க்கிறது. இந்த உயரத்தின் அளவு, நீர் நிறைப்படுகையின் ஊட்டப் பகுதியானது உள்ள டங்கிய நீரின் வெளியேற்றப் பகுதியைவிட எவ்வளவு பெரியதாக உள்ளதோ அதைப் பொருத்துள்ளது. உள்ளடக்குப் படுகையை வெட்டிச் சென்று அடுக்கிடை நீரை அடையும் கிணற்றில் நிகரானது நிலேநீர் இயக்க உயரம் எவ்வளவு அழுத்துகிறதோ அவ்வளவு உயரம் வரை எழும். மேற்பரப்புப் புடைகூறுகள் உதவியாக அமையும்போது நீர் மேற்பரப்பு வரை அல்லது அதற்கும் மேலே பீறிட்டு எழும்.

நிலேநீர் இயக்க அழுத்தத்தால் நீர் மேலெழும் கிணற்றுக்கு ஆர்டீஷியன் கிணறு* (படம் 59) என்று பெயர். நிலே நீர் இயக்க அழுத்தவிசை கொண்ட அடுக்கிடை நீர் மட்டத்துக்கு ஆர்டீஷியன்நீர் உள்ள படுகை என்று பெயர். கீழ் வாட்டாக மடிந்துள்ள அடுக்கமைப்பு ஆட்டீஷியன் நீர்கள் ஏற்பட மிகவும் ஏதுவாக உள்ளன.

அடுக்கிடை நீர்களின் நீர்ஊட்டப்பகுதியும், நீர் பரவும் பகுதியும் சேர்ந்து ஆட்டீஷியன் பேசின்களே உண்டாக்குகின்றன. சோவியத் ரஷ்யாவின் ஐரோப்பியப் பகுதியில் இத்தகைய பல 'பேசின்கள்' உள்ளன. மாஸ்கோ, ட்னீபெர்—டோான், கருங்கடல் பேசின்கள் ஆகிய பகுதிகளில் கிணறுகள் எடுக்கப்பட்டு நல்ல முறையில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

ஆர்டீஷியன் நீர் அதிக ஆழத்திலிருந்து வருவதால் பேக்டீரியா, உயிர்மங்கள் போன்ற மாசுகள் இல்லாமல் சுத்தமாக இருக் கும் இதனுல் இந்த நீரைத் தொழிற்துறைகளிலும் மக்கள் பயனுக் கும். பயன் படுத்துகின்றனர்.

* வட ப்ரான்ஸ் நாட்டில் ஆர்டீஷியம் (Artesium or Artois) என்னும் இடத்தில் இத்தகைய தலே நீர்களேப்பற்றி முதன் முதலில் கூர்ந்து ஆய்வுகளே நடத் தினர்.



படம் 59. மேலெழும் ஆர்டீஷியன் ஊற்று.

ஆர்டீஷியன் பேசின்களில் மிக ஆழத்திலுள்ள நீர்நிறை படுகைகள் அதிக உப்புடைய நீரைக் கொண்டுள்ளன. எடுத்துக் காட்டாக, மாஸ்கோவுக்கு அருகே 'கார்பானிபரஸ்' (Carboniferous) படுகையில் 300 மீட்டர் ஆழத்திலுள்ள நீர்நிறை படுகைகள் ஆர்டீஷியன் மென்னீரைக் கொடுக்கின்றன. 500-600 மீட்டர் ஆழத்திலுள்ள டெவோனியன்(Devonian)படிவுகளிலுள்ள நீர்-நிறைப் படிவுகள் சற்று உப்பான (brackish) நீரை உடையன; இவற்றைக் கனிம நீர்களாகப் (mineral waters) பயன்படுத்து கின்றனர். 1500 மீட்டர் ஆழத்திலுள்ள படுகைகளில் ஒரு லிட்டருக்கு 275 கிராம் சாதாரண உப்புள்ள உவர்நீர் உள்ளது.

நிலநீரில் கனிமச்சத்து இருப்பதற்கும் இது ஆழத்துக்கு ஏற்ப மாறுவதற்கும் பல காரணங்கள் உள்ளன. முதலாவதாக, நீர்

தான் ஓடும் வழியில் கரையக்கூடிய பொருள்கள் பலவற்றைச் சந்திக்கிறது; இரண்டாவதாக, நீரின் கனிமங்களைக் கரைக்கும் திறன் அதன் வெப்ப அளவு, அழுத்தம், அதிலுள்ள வாயு, உப்புகளின் அளவு ஆகிய பலவற்றையும் பொருத்தது. எடுத்துக்காட்டாக, கார்பன்-டை-ஆக்சைடு அற்ற ஒரு லிட்டர் நீரில் $\frac{1}{10}$ கிராம் கேல்சைட் கனிமம்தான் கரையும். இதே அளவு நீரில் கார்பன்-டை-ஆக்சைடு அதிக கேல்சைட்டைக் கரைக்கும். ஆகவே, கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு செறிந்துள்ள நீர் சுண்ணப் பாறையினுள் நுழைந்து ஓடும்போது பெருமளவுக்கு அப்பாறையைக் கரைக்கிறது. ஆனால், கார்பன்டை ஆக்சைடு ஆவியானதும் அதில் கரைந்துள்ள கேல்சைட்டில் ஒரு பங்கு வீழ்படிவாகிவிடும்.

கனிம வெந்நீர் ஊற்றுகள் (Hot mineral springs): நாம் முன்பே குறிப்பிட்டவாறு நிலநீரின் வெப்பஅளவு, அவை எவ்வளவு ஆழத்தில் உள்ளதென்பதைப் பொருத்தது. புவிமேற் பரப்புக்கு அருகே உள்ள நில நீர்களின் வெப்பஅளவு பருவ காலத்துக்கு ஏற்ப மாறுபடுகிறது. ஆழநீரின் வெப்பஅளவு, ஏறத்தாழ மாறாமல் உள்ளது.

20°செ. வெப்ப அளவுள்ள நீரைத் தண்ணீர் என்றும், 20—42°செ. வெப்ப அளவுடைய நீரை வெதுவெதுப்பான நீர் என்றும், 42°செ. வெப்ப அளவுடைய நீரை வெந்நீர் என்றும் சொல்லலாம்.

வெந்நீர்கள் நிலத்தின் பாதாளப் பகுதிகளிலிருந்து மேற்பரப்பை நோக்கி வருகின்றன. இவை பெரும்பாலும் எரிமலைகளுக்கு அருகே உள்ளன. 'கெய்ஸர்கள்' எனப்படும் (geysers) கொதி நீர்ப்பீச்சுகள் நீராவியையும், வெந்நீரையும் ஒரு குறிப்பிட்ட இடைவெளி நேரம் விட்டுவிட்டோ, அல்லது சீரற்ற முறையில் அவ்வப்போதோ காற்றில் எறிகின்றன. இவை எரிமலை இயக்கத்துடன் இணைந்தவை.

ஆனால், ஓர் ஊற்றின் உயர்ந்த வெப்ப அளவு மட்டும் அது மேக்மா அறையுடன் தொடர்பு கொண்டுள்ளதற்கு அறிகுறியல்ல. மேற்பரப்பில் உண்டாகிப் பின் ஆழமான பகுதிகள்வரை உள் ஊறிச் செல்லும் நீர்களும் ஆழத்தால் அதிகரிக்கும் வெப்பத்தால் சூடாக்கப்பட்டு மேல் வரக்கூடும்.

வெந்நீர் ஊற்றுகளின் வெப்ப அளவு பருவ காலங்களுக்கு ஏற்ப மாறுவதில்லை; இது எப்போதும் மாறாமல் உள்ளது. ஆனால்,

இந்த வெப்ப அளவு சீரானது அல்ல. காகர்ஸஸில் கோர்யாசி வோட்ஸ்க்கில் (Goryachevodsk) வெந்நீர் ஊற்றுகளின் வெப்ப அளவு 44—80°செ; ப்யாடிகோர்ஸ்க்கில் (pyatigorsk) 27—51°செ; ஜீலெஜ்ஞேவோட்ஸ்க்கில் (zheleznovodsk) 44° செ; அன்கிரன் பேசினில் (Angren Basin) உள்ள அரசான் (Arasan) ஊற்றில் 39.5°செ.

ஓர் ஊற்றின் ஆழத்தைப் புவி வெப்பச் சாய்மானத்தைக் கொண்டு (geothermol gradient) கணக்கிடலாம். 80°செ. வெப்ப அளவுடைய ஊற்றுகள் சுமார் 3500 மீட்டர் ஆழத்திலிருந்து மேலே வந்திருக்க வேண்டும். இதன் தொடக்க வெப்ப அளவு 100°செ. இருந்திருக்கக்கூடும்; ஏனெனில், நீர் மேல்நோக்கி வரும் போது குளிர்ந்த பாறைகளுக்குச் சிறிது வெப்பத்தை அளித்து விடும்.

கனிமச் சத்துள்ள நீரை ஒரு பீங்கான் கோப்பையில் வைத்து ஆவியாக்கினுல் அதனடியில் சிறிது மிச்சப்பொருள் தங்கும். இவ்வாறு ஆவியாக்குதலே 105—110°செ வெப்பத்தில் நடத்த வேண்டும். லிட்டருக்கு இவ்வளவு உலர்ந்த அல்லது கட்டியான மிச்சப் பொருள் உள்ளதாகத் தெரிவிக்கவேண்டும்.

வெர்னுட்ஸ்கி (Vernadsky) நீரை அதன் கனிம ஊட்டத்தைப் பொருத்து பின்வருமாறு பாகுபடுத்தினுர். நன்னீர் லிட்டருக்கு 1 கிராம் கட்டிப் பொருள் உடையது; உவர்ப்பான நீர் லிட்டருக்கு 1—50 கிராம் உடையது; உப்புநீர் லிட்டருக்கு 50 கிராமுக்கும் அதிக எச்சப்பொருள் உடையது. நன்னீரை மேற் கொண்டும் பாகுபடுத்தலாம். கடினநீர் லிட்டருக்கு 0.25—1 கிராம் எச்சப் பொருள் உடையது. மென்னீர் லிட்டருக்கு 0.25 கிராமுக்கும் குறைவான எச்சப்பொருள் உடையது.

நிலேப்பனிப்பகுதியில் நிலநீர்: எப்போதும் பனிக்கட்டி உறைந்துள்ள நிலத்தில் பல பத்து ஆண்டுகளாக வெப்ப அளவு சுன்னத்துக்கும் கீழேயே உள்ளது. ஏனெனில், இங்குள்ள அடித்தலப் பாறையும் குளிர்காலத்தில் உறைகிறது; இங்கு மேலே உள்ள இயங்கு படலம் (active layer) என்னும் ஒரு பகுதி மட்டுமே கோடையில் உருகுகிறது.

நிலேப்பனிப்பகுதியில் (permafrost zone) நிலநீர் பாறையின் கூட்டமைவைப் பொருத்திருப்பதில்லே; இப் பாறைகள் எவ்வளவுக்கு உறைந்துள்ளன என்பதையே பொருத்துள்ளன. உறைபனி

அடுக்குகள் நீர்புகு தன்மை உடையவையல்ல; இதனால் நிலநீர்கள் தனிப்பட்ட முறையில் சுற்றுவதற்கு ஏது உண்டாகிறது.

N. டோல்ஸ்டிகின் (N. Tolstikin) நிலைப் பனித்தரையைச் சேர்ந்த நிலநீர்களைப் பின்வரும் 3 பிரிவுகளாகப் பிரித்துள்ளார். 1. மிகு உறைபனி (super p.f.). 2. இடை உறைபனி(inder p.f.). 3. குறை உறைபனி (infra p. f).

இயக்கப்படல அடுக்குகளில் மட்டும் உள்ள மிகு உறைபனி நீர்களை நிலநீர்கள் என்று கருதலாம். இவை நீர் பொழிவாலும் மேற்பரப்பு நீர் உள் ஊறுவதாலும், நிலத்தினுள்ளே இருக்கும் நீர் நிறை படுகைகளில் இருந்து ஊறுவதாலும் ஊட்டப்படுகின்றன. இந்த நீர்கள் பருவகாலங்களில் உறைவதையும், உருகுவதையும் பொருத்துள்ளன, இவற்றிலுள்ள கனிம அளவு தாழ்வானது; ஆனால், இவை பெருமளவு உயிர்மப்பொருள்களை உடையன. இவற்றிலுள்ள உயிர்மப்பொருள்கள் அழுகிவிட்டிருக்குமாதலால் இவற்றைக் குடிநீராகப் பயன்படுத்தக்கூடாது.

மிகு உறைபனித் தரை நீர்கள் உறையும்போது அளவில் பருக்கின்றன; இதனால் விளையும் பெருமளவு அழுத்தம் நெகிழ்உடைய தரையை மேலே உப்பி ஏழச் செய்கிறது (bulge). இதனால் நீர் உண்ட உப்பலான மேடுகள் பல உண்டாகின்றன. இத்தகைய மேடுகள் உடைந்தால் அவற்றிலிருந்து வெளியே வழியும் நீர் உறைந்து பனித்திரளாகின்றன. இவ்வாறு தரையின் உருவம் மாறக்கூடும் என்பதைக் கட்டட வேலைகளைத் தொடங்கும் முன் நினைவுபடுத்திக் கொள்ள வேண்டும். இடை-உறை பனித்தரை நீரும் குறை—உறை பனித்தரை நீரும் உறைவதில்லை; ஏனெனில், இங்குள்ள பாறைகள் அதிக நுழைமை (permeability) உடையனவாக உள்ளன. மேலும், அடிமட்டங்களில் இருந்து வெப்ப நீர்கள் வெளியேறுகின்றன; மேலும், இவை ஆறுகள், ஏரிகள், முதலியவற்றின் அடியிலுள்ளன. இந்த நீர்கள் மாறுபடாத நிலையை (regime) உடையன; சுத்தமாய் உள்ளன; இதனால் இவை உஸீரி (ussuri) ட்ரான்ஸ் பைகால் இரயில்பாதைகளுக்கு முக்கிய நீர் ஊற்றகங்களாக உள்ளன.

நிலநீரின் இடப்பெயர்ச்சி : நிலநீர்கள் மேற்பரப்பு நீர்களை விடப் பன்மடங்கு மெதுவாக ஓடுகின்றன. சராசரியாக ஒரு நாளைக்கு 0.5—1 மீட்டர் செல்கின்றன.

இவற்றின் செலவு வீதம் பாறைகளில் உள்ள புரைகளின் அளவையும் (பெரிய புரைகளையுடைய பாறையில் நிலநீர் வேகமாகச்

செல்கிறது) நீர் பாயும் பாறையின் நீர் இயக்கவிசைச் சாய்மானத்தையும், அவை செல்லும் தூரத்தையும், அவற்றின் பாகுமையை (viscosity) ஆளும் வெப்பத்தையும் பொருத்துள்ளது. குறைந்த நுழைமையுடைய பாறைகளில், நீருக்குச் சில நூறு மீட்டர் தொலைவு செல்லக்கூடப் பல மாதங்கள் பிடிக்கும். வரண்ட ஆண்டுகள் ஊற்றுகளின் நீர் வெளியேற்றத்தை (discharge) 10-12 மாதங்களுக்குப் பிறகே பாதிப்பது ஏன் என்பதை இது விளக்கும். இவ்வாறு குறைந்த வேகத்தில் சென்றாலும், நிலநீர்கள் பாறைகளினூடே செல்லும்போது கவனிக்கத்தக்க நிலப்பொதியியல்வயச் செயலில் ஈடுபடுகின்றன. இந்த முறையில் இவை பாறைகளை ஆக்கவும் செய்கின்றன; அழிக்கவும் செய்கின்றன.

நிலநீரின் அழிவு வேலை (Suffosion) : பாறைகளைக் கரைப்பது பௌதிக அரிப்பு, அரிக்கப்பட்ட துகள்களை வெளியேற்றுவது ஆகியவை நிலநீரின் அழிவு வேலையைச் சேரும்.

ஆற்று நீரைப் போலல்லாது நிலநீர்கள் கனிமப்பொருள்களை நிறையப் பெற்றுள்ளதால் கடல்நீரின் உவர்ப்புத் தன்மையைப் பெறுவதும் உண்டு.

பாறைகள் நீரில் கரைவதும் மாறுபட்ட விதங்களில் நடைபெறுகிறது. எளிதில் கரையும் கனிமங்களில் (ஒரு லிட்டர் நீரில் நூற்றுக்கணக்கான கிராம்கள்) பாறைஉப்பு, ஸோடியம் கார்பொனேட், ஸோடியம் சல்பேட் ஆகியவை சேர்ந்துள்ளன. இதனால்தான் கல்லுப்புப் படிவுகள், களிமண் போன்ற நுழைமையற்ற படிவுகளால் காக்கப்பட்டுள்ள இடங்களில் மட்டும் உண்டாகின்றன.

ஜிப்ஸமும் அன்ஹைட்ரைட்டும் நடுத்தர கரைதிறன், (அதாவது 380—550 பங்கு நீரில் 1 பங்கு கரையும்) உடையன என்று கருதுவர். சுண்ணப்பாறையும், டோலமைட்டும் எளிதில் கரைவதில்லை. சாதாரண வெப்ப, அழுத்த நிலைகளில் ஒரு பங்கு சுண்ணப்பாறையைக் கரைக்க 1000—3000 பங்கு நீர் தேவைப்படுகிறது. குவார்ட்ஸ், பெல்ஸ்பார், மைகா ஆகிய கனிமங்கள் சிறிதுகூடக் கரைவதே இல்லை.

கார்பன்டை ஆக்சைடு, ஆக்சிஜன், ஹைட்ரோஜன், சல்பைடு, மீதேன் (methane) ஆகிய வாயுக்களும் நீரில் கரைகின்றன. நீர்மங்கள் உரம் அதிகம் உள்ள படலத்தினூடே ஊறிச்செல்லும் போது கார்பன்டை ஆக்சைடால் அடர்வாக்கப்படுகிறது. நீரில்

கார்பன்டை ஆக்சைடு கரைந்து இருப்பதால் அது சுண்ணப்பாறையைக் கரைக்கும் திறன் இரண்டு மூன்று மடங்கு அதிகமாகிறது. நீரிலுள்ள உயிர்மப்பொருள்கள் பல கனிமப் பொருள்களுக்குத் தீயக நீக்கப் பண்டமாகப் (reducing agent) பயன்படுகின்றன.

ஆக்ஸிஜன், கார்பன்டை ஆக்ஸைடு, கனிம, கரிமபண்டங்கள் ஆகியவற்றையுடைய நீர் வீரியம்மிக்க நிலப்பொதியியல் செயலியாக உள்ளது. இதை எப்பாறையாலும் நெடுங்காலம்வரை எதிர்க்க முடியாது.

பாறைகள் கரைவதாலும், அரிக்கப்படுவதாலும் அவற்றில் உண்டாகும் உட்புழைகளும் குகைகளும், உள்வீழ் புதை குழிகளும் (sinkholes) பலவும் உள்ளடங்கிய நிலப்பொதியியல் தோற்றப் பாட்டுக்கு 'கார்ஸ்ட்' (Karst) * என்று பெயர். இத்தோற்றப் பாடு நிகழ்ந்துள்ள இடத்துக்கு 'கார்ஸ்ட்' புடைகூறு உடைய பகுதி என்று பெயர். ஜிப்ஸம், சுண்ணப்பாறை ஆகியவை தீவிரமான 'கார்ஸ்ட்' வினைக்கு உள்ளாகின்றன. இவற்றில் பாறையின் உள்ளேயும், மேற்பரப்பிலும் ஒரே சமயத்தில் கரைப்பு நிகழும்; பாறைகளிலுள்ள புழைகள், வெடிப்புகள், வழிகள் ஆகியவை இதற்கு உதவியாக அமைகின்றன. சுண்ணப் பாறையின் மேற்பரப்பு மழைநீராலும் வெண்பனி நீராலும் கரைக்கப்படுகின்றன. இதனால், இவற்றில் இணை இணையாகஉள்ள, வரிப்பள்ளங்கள் உண்டாகின்றன. இவை சிலபோது பல பத்து செ.மீ ஆழம் உள்ளன. இவை புதைகுழிகள் அல்லது விழுங்குகுழிகளாகவும் (Swallow holes; படம் 60) மாறுகின்றன.

சுண்ணப் பாறைகளின் மேற்பரப்பில் வழிந்தோடும் நீர், அதிலுள்ள ஒரு வெடிப்பின் மூலம் பாறையினுள் சென்று, அங்கு உட் குகைகளையும் குழிவுகளையும் கரைத்து எடுக்கின்றன; இவ்வாறு ஏற்படும் கிணறுபோன்ற உட்குழிவுக்குப் 'புனல் அல்லது பெய்குழல் வடிவமான வாய் உண்டு. இதனுள் விழும் நீர் கீழேயுள்ள கிணறு போன்ற புதை குழிக்குள் (sink hole) செல்கிறது.

சுண்ணப் பாறைக்குள் நீர் ஓடும்போது அதன் வழியிலுள்ள பாறையைக் கரைக்கிறது; இதனால் கால்வாய்களும், வடி குழிவுக் கால்களும் உண்டாகிக் கிளை ஆறுகளை உடைய ஆறு நிலத்தினுள் ஓடுவதுபோல் அமைகிறது. இத்தகைய பாதாள ஆறுகள் சில நில மேற்பரப்புக்கு வருகின்றன; அப்போது 'கார்ஸ்ட்' ஊற்றுகளை

* யூகோஸ்லேவியாவின் அட்ரியாடிக் கரையிலுள்ள டினாரிக் ஆல்ப்ஸில் உள்ள கார்ஸ்ட் சுண்ணப்பாறை மாவட்டத்தின் பெயரை இதற்கு வைத்துள்ளனர்.



படம் 60. சுண்ணப் பாறையில் கரைசல் குழிவுகள்:

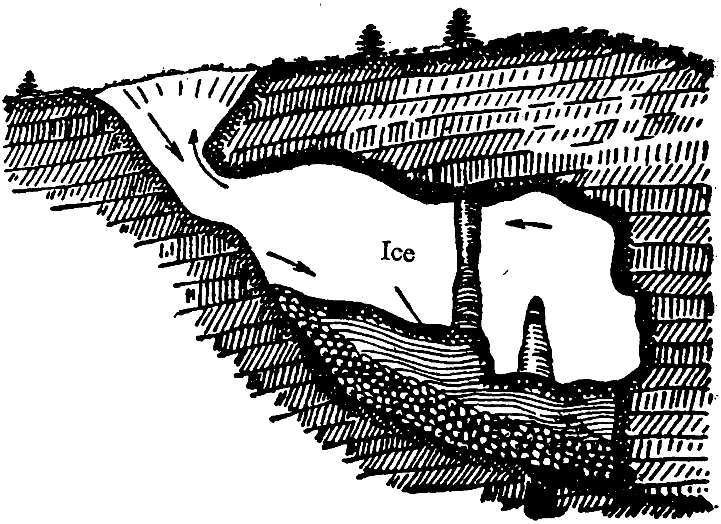
உண்டாக்குகின்றன. ஊட்டப்பகுதியின் பரப்பையும் மழைப் பொழிவையும் பொருத்து சில 'கார்ஸ்ட்' ஊற்றுகள் பேரளவு நீரை வெளியேற்றுகின்றன. சில இடங்களில் இவற்றின் மேல் சிறிய மின்னுற்றலகங்களையும் ஆலைகளையும் கட்டியுள்ளனர். ஓராயிரம் ஹெக்டேர் பரப்பளவு நிலத்துக்கு ஒரே ஒரு கார்ஸ்ட் ஊற்றிலிருந்து நீரைப் பாய்ச்சலாம்.

நீர் ஊட்டப்பகுதி சிறிதாக உள்ள கார்ஸ்ட் பகுதியிலுள்ள கார்ஸ்ட் ஊற்றுகளில் பருவகாலத்துக்கு ஏற்ப நீரின் அளவு மாறுபடுவதைக் காணலாம். பனி உருகிய பிறகு கார்ஸ்ட் ஊற்று அடிக்கடி அதிகஅளவு நீரைத்தரும். கோடை வரண்டதாய் இருந்தால் இந்த நீர் அளவு மிகவும் விரைவாகக் குறைந்து விடும். இதற்கு எடுத்துக்காட்டாக, லெனின்கிராடுக்கு அருகேயுள்ள ஊற்றுகளைக் கூறலாம். இங்குள்ள ஊற்றுகள் இளவேனிலில் பல மில்லியன் 'பக்கெட்' நீரைக்கொடுக்கின்றன. ஆனால், கோடையில் சில துளிகள் முதல் 10,000 'பக்கெட்' நீரையே கொடுக்கின்றன. சோவியத் ரஷ்யாவிலுள்ள பெரிய கார்ஸ்ட் குகைகள் பின் வருவன. க்ரிமியாவிலுள்ள சாட்டிர்டாக் (Chatyr Dag) குகைகள்; கோர்கி பகுதியிலுள்ள பார்னு கோவ் (Barnu Kov) குகை; காகாஸஸில் உள்ள குட்டால்ஸி (Kutaisi) குகைகள்; சைபீரியாவிலுள்ள நிஷ்னியூடின்ஸ்க் (Nizhneudinsk) குகை; நடு ஆசியாவிலுள்ள

துயா-முயுன் (Tuya-Muyun), அரவன் (Aravan), கரமஜார் (Kara mazar), உகாம் (ugam), டெர் மெஜ்க்கு (Termez) அருகேயுள்ள டெஷிக்டாஷ் (Teshik-Tash) குகை.

வட அமெரிக்காவிலுள்ள 250 கி.மீ. நீளமுள்ள மேம்மத் குகை (mammoth cave) உலகிலேயே மிகப்பெரிய 'கார்ஸ்ட்' குகை. இதில் பல இயற்குடைவு வழிகளும், நீள்குகை வழிகளும் உள்ளன; இவற்றில் சில ஒன்றின் மேல் ஒன்றாக அடுக்கினாற்போல் உள்ளன. மிக உயரமான ஒன்று 300 மீட்டர் உயரம் உள்ளது. குகையினூடே ஓர் ஆறு ஓடுகிறது; பல ஏரிகள் உள்ளன. சில கார்ஸ்ட் குகைகள் ஏறக் குறைய பனிக் கட்டியால் மூடுண்டு கிடக்கின்றன (படம் 61). மெதுவாகத் தாழும் சாய்வான வழிகளையுடைய குகைகளில் பனிக்கட்டி நிறைந்துள்ளது; ஏனெனில், இவற்றில் குளிர்ந்த காற்று சேருகிறது. குளிர்காலத்தில் இக்குகைகள் பனியால் உறைகின்றன; இளவேனிலில் இவற்றினுள் நீர் ஆவியும் நீரும் சென்று அவையும் உறைகின்றன. குளிர்ந்த காற்று சூடான காற்றைவிட கனமானதால் இரண்டுக்கும் இடையே கைமாற்றம் நடைபெறுவதில்லை. ஆகவே, குளிர்காற்று கலையாமல் நிலைத்துள்ளது.

குய்பைஷெவ் (Kuibyshev) என்னுமிடத்தில் பனி நிறைந்த குகைகள் உள்ளன. யூரல் மலையிலுள்ள குங்கூர் (Kungur) குகை



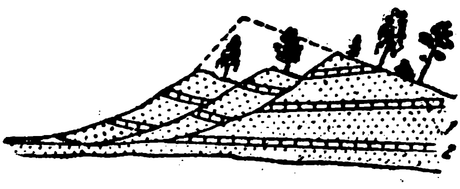
படம் 61. பனிக்கட்டியாய் நிறைந்துள்ள குகை.

தனிச் சிறப்புடையது. இது சோவியத் யூனியனில் உள்ள மிக நீளமான ஜிப்ஸம் குகை; இது உலகிலேயே மிகப்பெரிய குகைகளில் இரண்டாவது ஆகும். குங்கூர் நகரின் அருகே 'சில்வா' (Silva) ஆற்றின் வலது கரையிலுள்ள இக் குகையில் நூற்றுக்கும் மேலான குகை வழிகளும் இடைவுகளும் உள்ளன. இதன் மொத்த நீளம் 4.6 கி.மீ. இதனுள் 36 ஏரிகள். இவற்றில் 19 பெரிய அளவுள்ள ஏரிகள். இவற்றுள் மிகப்பெரிய ஏரியின் பரப்பளவு 200 சதுர மீட்டர்கள். ஏரிகள் 6 மீட்டர் ஆழம் உடையன; நீரின் வெப்ப அளவு 4.4—5°செ.

லெஸ், குறுமண் (loam) ஆகியவற்றிலும் 'கார்ஸ்ட்' செயல்முறை காணப்படுகிறது. இவற்றை 'களிவய கார்ஸ்ட்' அல்லது 'சிறு கார்ஸ்ட்' என்பர். இவை கோபெட்—டாக் (Kopet-Dag) மலைகளில் பரவலாகக் காணப்படுகின்றன.

ஆறுகள், ஏரிகள், கடல்களின் ஓரங்களில் நிலநீர் மேற்பரப்புக்கு எழுந்துவரும் இடங்களில் நிலச்சரிவுகளும் பாறை வீழ்ச்சிகளும் நிகழ்வதுண்டு. இவை நிலநீரின் அழிவு வேலைகளில் (suffosion) சேரும்.

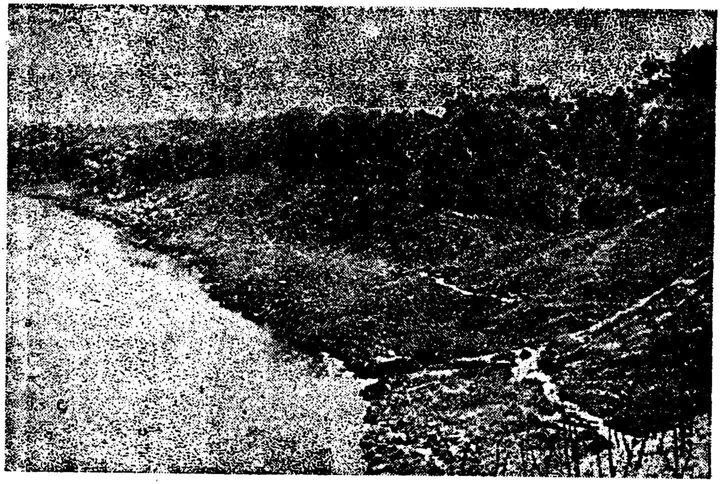
நீர்புகும் பாறைகளும் நீர்புகாப் பாறைகளும் கலந்தவாறுள்ள சரிவுகளில் நிலச் சறுக்கல்கள் (landslides) அடிக்கடி நிகழ்கின்றன (படம் 62). நீர்புகாப் பாறையின் பரப்பு நீரில் ஊறிவிடுவதால் வழுவழுப்பாகிவிடும்; இதனால் இதற்கு மேலுள்ள படிவுகள் பல வெளிப்புற நிமித்தக்கூறுகளால் உடைந்து கீழே வழுக்கிவிழுகின்றன.



படம் 62. நிலச்சரிவின் வெட்டுத் தளத் தோற்றம்.
1. நீர்புகும் படிவுகள்; 2. நீர் புகாப் படிவுகள்.

நில அதிர்ச்சிகள், நீர்புகாப் படுகையின் மேலுள்ள படுகைகளின் எடையை அதிகரிக்கும் பலத்த மழைகள், கடல் அல்லது ஆறு கரைச்சரிவை அரித்தல், மனிதனின் செயல்கள் (தவறான முறையில் நீர்ப்பாசன வசதிகளைச் செய்தல். கவனமில்லாத முறையில் எச்சநீரை வெளியேற்றல், சரிவுகளில் கனமான கட்டடங்

களைக் கட்டுதல் போன்ற பல செயல்கள்) ஆகியவை நிலச்சரிவு களை உண்டாக்க வல்லவை (படம் 63).



படம் 63. ஆற்றின் கரை—நிலச்சரிவு

படுகைப் பாறைகளிலும் (bed rock) நிலச்சரிவுகள் கீழ்வரும் காரணங்களால் உண்டாகக்கூடும்; 1. பள்ளத்தாக்கின் திசையிலேயே சாய்ந்துள்ள படலங்களும், வெடிப்புகளும்; 2. பெருமளவு நிலநீர்; 3. நீர்புகாப் பாறைப் படுகையின்மேல் நீர்புகும் பாறைப் படிவுகள். களிமண்வயப் பாறைகளிலும், களிமணல் வயப் பாறைகளிலும் படுகைப் பாறை சமமட்டமாக இருந்தாலும் நிலச்சரிவுகள் ஏற்படக்கூடும். படிவு அடுக்குகளின் சாய்வு நிலச்சரிவை எதிர்த்து அதனுள் ஆழமாகச் சென்றாலும் கூட நிலச்சரிவுகள் ஏற்படக்கூடும்.

நிலச்சரிவுகள், அடிக்கடி, பாறைகளின் படிவு அடுக்குகளில் மாறுதல்களை உண்டாக்குகின்றன; அவற்றை முறுக்குகின்றன: பாறைகளைப் புரட்டி அவற்றையே மீண்டும் மீண்டும் சரிவுகளில் தோன்றச் செய்கின்றன. நிலச்சரிவுகள் சில, பல கி.மீ. நீளமும், பல நூறு கி.மீ. அகலமும் உடைய ஆற்றங்கரைப் பகுதிகளில் உள்ள காடுகள், தோட்டங்கள், வீடுகள் ஆகிய அனைத்தையும் ஒன்றாக அப்படியே எடுத்துச் சென்றுள்ளன. இதனால் ஏற்படும் சேதங்கள் விபரீதமானவை. எனவே, இவற்றைத் தடுக்கத் தனிப்பட்ட பாதுகாப்பு முறைகளைக் கையாளவேண்டும்.

நிலநீரின் ஆக்கவேலை. கனிமத்திரள்களைக் கரைப்பதால் நில நீர் கனிம வயமாகிறது. கனிம உப்புப் பொருளால் செறிவடைந்த பிறகே கரைப்பதை நிறுத்துகிறது. இது அதிகமாகச் செறிவடைந்துவிட்டால் இந்த உப்பில் ஒருபங்கை வீழ்படிவாக்குகிறது. கரைப்பதற்குக் கடினமான பொருள்கள் முதலில் வீழ்படிவாகின்றன.

நீர் சுண்ணப் பாறையினூடே கசியும்போது அது சுண்ணச் சத்தைக்கரைத்து கேல்ஷியம் பை கார்பொனேட்டை $Ca(HCO_3)_2$, உண்டாக்குகிறது. இக்கரைசல் ஆவியாவதால் CO_2 வெளியேறுகிறது; அரகோனைட் (Aragonite) வீழ்படிகிறது. கார்ஸ்ட் குகைளின் உள்ஊறும் கரைசல்களிலிருந்து இம் முறையில் கேல்ஷியம் பை கார்பொனேட் படிகிறது. கார்ஸ்ட் குகைகளின் சுவர்களில் கசியும் நீர்கள் கனிமங்களைக் கசிவுப் பொருக்குப் படிவுகளாகச் (sinter) சுவர்களிலும், கூரையிலும், தரையிலும் படிய வைக்கின்றன.

இப் படிவுகள் தூண்களைப்போல் படிவதுண்டு. கூரையிலிருந்து தொங்குவதுபோல் வளரும் ப்டிவை "கல்விழுது" (stalactite) எனலாம்; தரையிலிருந்து மேல் நோக்கி வளர்ந்தாற்போல் உள்ளதைக் "கல்புற்று" (stalagmite) எனலாம் (படம் 64).



படம் 64. கல்விழுதுகளும் கல்புற்றுகளும்.

சுண்ணப்பாறைப் படுகையினூடே நீர்த்துளிகள் ஊறிச் சென்று பிறகு ஆவியானதும் அவை கரைத்த உப்புகளைப் பின்

தங்கச் செய்கின்றன. இவை பாறைப் புரைகளின் வழியே நீர் கசிந்து கூரையிலுள்ள கணுபோன்ற இடத்தில் கீழே வழிந்துவந்து சொட்டுச்சொட்டாக விழும்போது விரைவில் ஆவியாவதால் உண்டாகின்றன. கேல்ஷியம் கார்பொனேட் படுக்கைகளும் கேல்சைட் படிகங்களும் இவ்வாறு மெல்ல மெல்லத் திரட்டப்படு கின்றன. கசிந்துவரும் நீரின் அளவு, போதிய அளவு அதிகமாகி இருந்தால் சொட்டுக்கள் விழுவதற்கு முன் மொத்தம் ஆவியாகா மல் தரையிலும் விழுந்து அங்கு ஆவியாகின்றன. இவ்வாறு தரை யில் வளரும் படிவுக்கு 'கல்புற்று' என்று பெயர். கல் விழுதும், கல் புற்றும் வளர்ந்துகொண்டே வந்து ஒன்றாக இணைந்துவிட்டால் தூண்போன்ற உருவங்கள் உண்டாகின்றன. இவ்வாறு 'கார்ஸ்ட்' குகைகள் படிவுகளால் நிரப்பப்பட்டு விடுவதுண்டு. ஆனால். இத் தகைய கனிம வளர்ச்சியால் குகைகள் குறைக்கப்பட மிக நீண்ட காலம் பிடிக்கும்.

ஊற்றுச் சுண்ணப் பாறையாகும் (tufa or traver tine) கேல் ஷியம் கார்பொனேட், கார்பன்டை-ஆக்சைடு செறிந்த நீர்கள் மேற்பரப்புக்கு வரும்போது படிகின்றன. பாறைகளில் உள்ள வெடிப்புகளிலும் இக்கனிமம் படியக்கூடும். இவ்வாறு பாறை களின் வெடிப்புகளிலும் புரைகளிலும் கனிமப் பொருள் படிவ தால் (கேல்ஸைட்) அப்பாறை கெட்டியான காரையால் பிணைக் கப்பட்டாற்போல் ஆகிறது.

நீரின் வெப்ப அளவு குறைவதாலும் உயர்வெப்பத்தில் கரைந்த கனிமப்பொருள் வீழ்படிவமாக வீழ்த்தப்படும். வாயுக் கள் செறிந்த நீர் உயர்ந்த வெப்பத்திலுள்ள அதிக ஆழங்களில் இருந்து மேலே வரும்போதும் குளிர்ந்து சிறிதளவு கனிமப் பொருளை வீழ்படியச் செய்கிறது. இவ்வாறு படியும் கனிமப் பொருள் பாறைகளின் புரைகளிலும் வெடிப்புகளிலும் காரைப் பிணைப்பாகப் படிகின்றன.

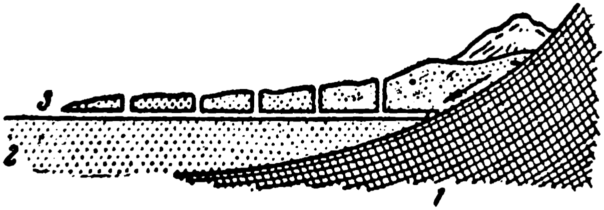
கரைசலில் இருந்து உப்புகள் படியும் இச்செயல்முறை வெகு காலமாக நடைபெறுமானால் எல்லா உட்புழைகளும் காரைப் பொருள்களால் அடைக்கப்படும். இவ்வாறே மணல்கள் மணற் பாறைகளாக மாறுகின்றன; வெடிப்புண்ட பாறை பிணைக்கப் படுகிறது; வெடிப்புகளில் கனிமத்தாரைகள் உண்டாகின்றன. நீரில் கரைந்துள்ள உப்புகளுடன் உலோக உப்புகளும் கலந்து இருக்குமானால் தாதுக்களின் (வெள்ளி-ஈயம், செப்பு, தங்கம், இரும்பு, துத்தம், ஈயம்) நீர் வெப்பப் படிவுகள் உண்டாகலாம்.

சிலிகா வய வெந்நீர்ப்படிவு (geyserite sinter) சிலிஸிக் அமி லம் செறிந்துள்ள வெம்மையான நில நீர்களிலிருந்து பரவலாகப் படிகின்றன. சுண்ணவய மற்றும் சிலிகாவய வெந்நீர்ப் படிவு களை மட்டுமல்லாது, ஊற்று நீர்கள், பெருமளவு லிமோனைட் எனப்படும் பழுப்புநிற இரும்புத் தாதுவையும் படியவைக்கின்றன. இது பெரிதும் தேவைப்படும் ஓர் இரும்புத்தாது.

இலைத்துளிர் வடிவம்கொண்ட (dendrites) அயவய, மற்றும் மாங்கனீஸ் ஆக்சைடுகள் பாறை அடுக்குகளுக்கு இடையேயுள்ள பிளவுத் தளங்களில் படிவதையும் இங்கு குறிப்பிடவேண்டும்.

புவிப்பெருக்கில் சுற்றிவரும் நீர், இவ்வாறு, பல கனிமக் கூட்டுப் பொருள்களை ஒரு பகுதியிலிருந்து மற்றொரு பகுதிக்கு எடுத்துச்செல்வதால் கனிமச்சத்துகள் இடம் பெயர்த்துச் செல்ல உதவும் செயலியாகிறது.

நிலநீரின் செயலியல் முக்கியத்துவம் ; நிலநீரின் ஆய்வு கருத் தியல் முறையிலும் செயல் முறையிலும் முக்கியமானது. பண் டைக்காலம் முதல் நிலநீர் குடிநீராகவும் பாசன நீராகவும் பயன் பட்டு வந்துள்ளது. நடு ஆசியாவில் வணிகர் செல்லும் நெடுஞ் சாலைகளில் உள்ள பண்டைய ஆழ் கிணறுகளும் (100 மீட்டர் ஆழம் உடையவை) 'கரீஜ்' (Karizes) எனப்படும் சம மட்ட அகழ்வு வழிபோன்ற புவி ஈர்ப்பால் நீர் ஊறும் குடைவுகளும் குறிக்கின்றன (படம் 65).



படம் 65. 'கரீஜ்' கிணற்றின் வெட்டுத்தளத் தோற்றம்

1. நீர்புகாப் படிவுகள் 2. நீர்புகும் படிவுகளும் நீர் கொண்ட படிவுகளும் 3. வாய்

நில-வெப்ப, வெப்ப-கனிம, மற்றும் வெப்பக்காற்றூட்ட நீர்கள் உடல் நலம் விளைவிக்கவல்ல மருந்து நீருடைய குளிக்கும் இடங்களாகப் போற்றப்படுகின்றன. போதிய அளவு கனிமங்கள் கரைந்துள்ளபோது அவற்றிலிருந்து பல உப்புகளைத் தயாரிக் கின்றனர்.

வெண்பனி, பனிக்கட்டி ஆகியவற்றின் நிலப்பொதியியல் இயக்கம்

வெண்பனியும், பனிக்கட்டியும் குறிப்பிட்ட வெப்ப தட்ப நிலைகளுடன் பிணைக்கப்பட்டுள்ளன. வெண்பனித்துகள் பொழிவு பெருமளவில் விழுந்தால் வெண்பனித்துகளாலும், பனிக்கட்டியாலும் ஆன போர்வை மட்டுமே உண்டாகும். வெண்பனி அப்படியே இருக்க சுன்னத்துக்கும் கீழான வெப்ப அளவு தேவை. ஆர்க்டிக்கின் வடகோடியில் 600 மீட்டர் ஆழம் வரை சுன்னத்துக்கும் குறைவான வெப்ப அளவு இருக்கும். சுன்ன வெப்ப அளவுக் கோடு அங்கிருந்து தெற்காக மெல்ல மெல்லத் தரையின் மேற்பரப்பை நோக்கி வருகிறது. புவி நடுக்கோட்டுப் பகுதியில் சுன்ன வெப்ப அளவுக்கோடு கடல் மட்டத்துக்கு மேல் பல்லாயிரம் மீட்டர் வரை உயர்ந்துவிடுகிறது. ஆகவே, நம் கோளில் வெண்பனிமண்டலம் (Cryosphere or Hionosphere) ஒன்று இருப்பதாகக் கூறலாம். இதன் கீழ் எல்லையின் உயரம் துருவங்களிலிருந்து புவி நடுக்கோட்டுக்கு வரும்போது உயர்கிறது. வெண்பனி மண்டலத்தின் மேல்எல்லை வளியடுக்கு மண்டலத்தில் (stratosphere) உள்ளது.

வெண்பனியின் நிலப்பொதியியல் வேலை வெண்பனி மட்டம் : (snow-line). இது திண்மப் பொழிவின் வெளிப்பாடும் மறைவும் சரிசமானமாக உள்ள திறந்த வெளிச் சமதளங்களிலுள்ள எல்லையாகும். வெண்பனி மட்டத்துக்கும் கீழே திண்மப் பொழிவு உள்ளடக்கப்படுவதற்கு மேல் ஒரு சிறிதளவே விழுவதால் கோடையில் வெண்பனி நிலைப்பதில்லை. வெண்பனி மட்டத்துக்குமேல் ஆண்டு முழுதும் வெண்பனி நிலைத்துள்ளது. வெண்பனி மட்டம் காலாகாலத்தில் (periodic) நடைபெறும் வெப்பதட்ப மாறுபாட்டுடன் இணைந்துள்ளதை மிக நீண்ட காலமாக நடத்தப்பட்ட ஆய்வுகள் காட்டுகின்றன. குளிர்ந்த ஈரமான வெப்ப-தட்ப காலத்தில் இது கீழே தாழ்கிறது; வெப்பமான வரண்ட காலங்களில் இது உயருகிறது; இவ் வெப்பதட்ப காலமாறுபாடுகள் 20-45 ஆண்டுகள் இடைக்கால வெளிவிட்டு நிகழ்கின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, 64 ஆண்டுகளாக நிகழ்த்திய ஆய்வுகள் ஸ்கேண்டினேவியன் மலைகளிலுள்ள வெண்பனி மட்டம் 150 மீட்டர் அளவு வீச்சுக்குள் மாறுபடுகிறது என்பதைக் காட்டியது; அராரட் (Ararat) மலையில் 18 ஆண்டுகளில் 320 மீட்டர் அளவு வீச்சுக்குள் மாறுபட்டது. சில்லியில் ஆண்டீஸ் மலையில் 700 மீட்டர் அளவு வீச்சுக்குள் மாறுபட்டது.

ஒரே கிடைக்கோட்டின் நெடுகிலும் வெண்பனி மட்டத்தின் உயரம் அந்தந்த இடத்தின் வெப்பதட்ப நிலைக்கு ஏற்ப மாறுபடு கிறது. வட அரைக் கோளத்தில் சில பகுதிகளில் வெண்பனி மட்டத்தின் சராசரி உயர அளவு சுமாராகப் பின்வருமாறு உள்ளது ; வடகிழக்கு கிரீன்லாந்தில் 0 மீட்டர்; நோவாயா ஜெம்லியாவில் (Novaya Zemlya) 600 மீட்டர்கள்; தென் அலாஸ்காவில் 1500 மீட்டர்கள்; ஆல்ப்ஸில் 2000 மீட்டர்கள்; மேற்கு காகாஸஸில் 2700 மீட்டர்கள்; கிழக்கு காகாஸஸில் 3500-3800 மீட்டர்கள்; டெர்ஸ்கெய்-அலாடாவில் (Terskei-Alataup) 3500-3800 மீட்டர்கள்; அராரட் மலையில் 4250 மீட்டர்கள்; நடு பாமிர்களில் 5000—5500 மீட்டர்கள், டிபெட்டில் 6000 மீட்டர்கள்.

தென் அரைக் கோளத்திலும் வெண்பனி மட்டத்தில் உயரம் இவ்வாறே மாறுபட்டாலும் ஒரு வேற்றுமை உள்ளது; அதாவது, இம்மட்டம் தென் துருவத்தை நோக்கிச் செல்லச்செல்ல விரைவாகத் தாழ்கிறது. ஏனெனில், இந்த அரைக்கோளத்திலுள்ள வெப்பதட்ப நிலை அவ்வாறு உள்ளது.

சோவியத் யூனியனில் வெண்பனி ஒரு பருவகாலத் தோற்றப்பாடு. குளிர்காலத்தில் அது வடதுருவத்தில் தென் துருவத்தை விட அதிக கால அளவு வரை தரைமட்டத்தில் உள்ளது. உயரமான மலையுச்சிகளில் மட்டுமே நிலையான வெண்பனி உள்ளது.

வெண்பனி புவிப்பரப்பை ஆழ் உறையிலிருந்து (deepfreezing) பாதுகாக்கும் ஒரு வெப்பக் காப்பீடு. இது மலைப்பகுதிகளிலும் சமவெளிகளிலும் இயங்கும் ஒரு சுறுசுறுப்பான நிலப்பொதியியல் செயலி; ஆறுகளுக்கு இது ஒரு முக்கிய நீரூட்டியாகவும் உள்ளது. இளவேனில் காலத்தில் வெண்பனி உருகிப் பல சிற்றாறுகளை உண்டாக்குகிறது; இவை சரிவுகளிலுள்ள மண்ணை அரிக்கின்றன. இவ்வாறு இவை ஆற்றடி வண்டல் படிவையும் (alluvial process) நீருகல் இயக்கத்தையும் (deluvial) துவக்குகின்றன. பனி உருகு நீர் ஆறுகளில் வெள்ளம் வருவதற்கும் நீர் உயர்வதற்கும் காரணமாக இருப்பதும் உண்டு.

உதிரியாக உள்ளதால் வெண்பனி காற்றினால் அடித்துச் செல்லப்படுகிறது; மலைப் பகுதிகளில் இவ்வாறு இடம் பெயரும் வெண்பனித் திரள்கள் பள்ளத்தாக்குகளின் பேரளவில் சரிந்து விழுகின்றன.

பனிப்பாறை வீழ்ச்சி (Avalanche) : காற்று மறை சரிவுகளில் (leeward slope) காற்றினால் அடித்துத் திரட்டப்படும் வெண்பனி

குவிக்கப்படுகிறது. யூரல் மலைகளில் மேற்குப் பக்கச் சரிவுகளில் சிறிதளவே வெண்பனி சேருகிறது; ஆனால், கிழக்குப் பக்கச்சரிவுகளில் தடிப்பான போர்வை போல் வெண்பனி அடிக்கடி படிகிறது; ஆனாலும் இரண்டு பக்கங்களிலும் ஒரே அளவு பனியே பொழிகிறது. இந்தப் பகுதியில் மேம்பட்டுள்ள மேலைக்காற்று மேற்குச் சரிவிலுள்ள வெண்பனியைக் கிழக்குச் சரிவுக்குக் கடத்திச் செல்வதே இதற்குக் காரணமாய் அமைகிறது.

காற்று மறையும் சரிவில் இவ்வாறு சேரும் வெண்பனி செங்குத்தாகவும் கவிந்தவாறும் உள்ள சரிவுகளில் பெரிய வெண்பனித் தளங்களை (snow drift sites) உண்டாக்குகின்றன. சூரிய வெப்பத்தின் விளைவாட்சிக்கு உட்பட்டு இத்தகைய இடங்களில் கெட்டியாக இறுகிய வெண்பனிப்பொருக்கு தாற்காலிகமாக ஏற்படுகிறது. இது சுமாரான வலிமையுடைய அமைப்பாய் உள்ளது. மலைமேல் ஏறுவோர் இம்மலைச்சரிவுகளின் கவிந்த பகுதிகளில் ஏற்படும் பனித்தளங்கள் ஒரு மனிதனின் எடையைத் தாங்கவல்லவை என்று கூறுவர்.

சில மலைகளின் சரிவுகளில் பனியாற்று முகட்டுக் குடைவுகள் அல்லது வட்டரங்குக் குழிவுகள் (cirques) பல உள்ளன. இவற்றில் பல நூறாயிரம் கனசதுர அளவு வெண்பனி சேருகிறது. (படம் 66). இப் பெரிய வெண்பனித் திரள்கள் உடைந்து சரிவின் கீழே விரைந்து சறுக்கிச்செல்வதுண்டு. இவை சறுக்கி விழும்



படம் 66. குளிர் காலத்தில் ஐ—பெட்ரி மலையில் பனிக்கட்டித்துகள் (firn)

வேகத்தில் பள்ளத்தாக்கின் அடியில் மறுபக்கச் சரிவின் அடிவாரம் வரை பரவி விடுவதுண்டு.

வெண்பனி வீழ்ச்சிகளின் மாபெரும் வேகம் காற்றில் ஒரு சூறைக்காற்று போன்ற அசைவை உண்டாக்குகிறது; இக்காற்று மரங்களை வேரோடு கிளப்பிவிடுவதுண்டு; பாறைக் குவியல்களைக் கலைப்பதுவும் உண்டு; உகலியாக்கப் பொருள்களைக் கடத்திச் செல்வதும் உண்டு. சிலபோது வெண்பனிப் பாறை வீழ்ச்சிகள் பேரிடர் விளைவிக்கக்கூடிய அளவில் நிகழ்கின்றன. அடர்த்தியான ஜன நெருக்கடி உடைய ஸ்வீஸ் ஆல்ப்ஸ் மலையில் பனிப்பாறை வீழ்ச்சிகள் பெருத்த உயிர்ச்சேதத்தையும் விளைவித்துள்ளன. காகாஸஸ், பாமிர் ஆகிய மலைப்பகுதிகளிலும் பெருஞ் சேதங்கள் இவ்வாறு விளைந்துள்ளன (படம் 67).



படம் 67. வெண்பனி வீழ்ச்சி

பனிப்பாறை வீழ்ச்சிகள் பேரிடர் விளைவிப்பதால் இவைகளின் பாதையில் தடைகளைக் கட்டுவதாலும் மற்ற பல நடவடிக்கைகளை மேற்கொள்வதாலும் இவற்றைத் தடுக்கின்றனர். தனிப்பட்ட காவல் மேற்பார்வை நிலையங்களை அமைத்து இவற்றைக் கண்காணிக்கின்றனர். பனிப்பாறை வீழ்ச்சிகள் நிகழக்கூடும் என்னும் அபாய அறிவிப்பை வெளியிடும் சேவைகளும் உள்ளன.

சவாய் ஆல்ப்ஸ் (Savoy Alps) மலையில் நிகழ்ந்த; பனிப்பாறை வீழ்ச்சிகளின் குறிப்பைப் பார்த்தாலே (S. காலெஸ்னிக் S. Kolesnik வெளியிட்டது.) இத்தகைய வீழ்ச்சிகள் எவ்வளவு அடிக்கடி நிகழ்கின்றன என்பது விளங்கும்.

1903—04	...	648	1907—08	...	638
1904—05	...	517	1908—09	...	740
1905—06	...	672	1909—10	...	644
1906—07	...	787	1911—12	...	530

தொடர்ந்து பல ஆண்டுகளாகப் பாறை வீழ்ச்சிகள் சீரான அதே பாதைகளில் விழுந்தோடி வருகின்றன.

பனிக்கட்டியின் நிலப்பொதியியல் வேலை

பனிக்கட்டிகள் ஆறு வகைகள்: வெண்பனி மட்டம் கடல் மட்டத்துக்குத் தாழ்ந்துவிடும் துருவப்பகுதிகளிலும், துருவங்களிலிருந்து வெகு தொலைவுகளில் உள்ள உயரமான மலைப்பகுதிகளிலும் பனிக்கட்டியாறுகள் (glaciers) உண்டாகின்றன. பனிக்கட்டியாறுகளின் அடியிலுள்ள நிலப்பரப்பு நிலையான அளவு உடையதல்ல. இது வெப்பதட்ப நிலைக்கு ஏற்ப மாறுபடுகிறது. தற்போது புவிப்பரப்பின் மொத்தப் பரப்பில் 10 சதவீதம் பனியாறுகளின் அடியில் உள்ளது. இதில் 99·5 சதவீதம் துருவப் பகுதிகளில் உள்ளது; மீதம் 0·5 சதவீதம் உயரமான மலைகளில் உள்ளது.

பனியாறுகள் அளவில் மாறுபடுகின்றன. இவை தங்கியுள்ள இடமும் நிலத்தின் புடை கூறுக்கு ஏற்பவும், உயரம் பொழிவு ஆகியவற்றுக்கு ஏற்பவும் மாறுபடுகிறது. இவற்றையெல்லாம் கருத்தில் கொண்டு பனியாறுகளை மூன்று முக்கிய வகைகளாகப் பிரித்துள்ளனர். 1. மலைவகை (ஆல்பைன்-வகை); 2. மேட்டுநில வகை (ஸ்கேண்டினேவியன் வகை); 3. கண்டப் பனியாறுகள் அல்லது பனித்தொப்பிகள் (க்ரீன்லாந்து வகை). முதல் இரண்டு வகைகளும் சேர்ந்து மொத்த பனியாற்றுப் பரப்பில் 98·5 சதவீதம் உள்ளன.

மலைவகைப் பனியாறுகள் சிறியவை. இவை மலைகளில் உச்சிப் பகுதியில் உள்ளன. (Stellate glaciers); இவை மலைச் சரிவுகளிலுள்ள குழிவுகளில் உள்ளன. (Corrie and hanging glacier), அல்லது பள்ளத்தாக்குகளின் வழியாக வழிகின்றன. (Valley glaciers) இத்தகைய பனியாறுகள் காகாஸஸ், டீன்ஷான், பாமிர், அல்டாய், ஆல்ப்ஸ் மலைகளில் உள்ளன (படம் 68).

காகாஸஸில் நவீன பனியாறுகள் 1967 சதுர கி. மீ. பரப்பைக் கவர்ந்துள்ளன. இதில் 1465 சதுர கி. மீ. பரப்பு வடசரி



படம் 68. காஜ்பெக் மலையில் தேவ் தோரார்க் பனிக்கட்டி ஆறு

வில் உள்ளது. S. ஸோலோவ் யோவ் (Solovyov, S) கொடுத்துள்ள குறிப்புப்படி காகாஸஸில் உள்ள மிக நீண்ட பனியாறுகள் டைக்ஸு (Dykh-Su, 15·28 கி. மீ. காராகும் ((Karagum, 14·94 கி. மீ.); பெஜிங்கி (Bezingi, 13-61 கி. மீ.) இவை வடசரிவில் உள்ளவை. லெக்ஜைர் ((Lekzy, 13·65 கி. மீ.) தென் சரிவில் உள்ளது. சோவியத் யூனியனில் மிக நீண்ட பனியாறுகள் நடு ஆசியாவில் உள்ளன. பாமிரில் உள்ள ஃபெட்செங்க்கோ பனியாறு (Fedchenko glacier, 77 கி. மீ.) டீன்ஷானில் உள்ள இனேல்செக் பனியாறு (Inylchek glacier, 80 கி. மீ.) நடு ஆசியாவில் 11,000 சதுர கி. மீ. பரப்பு பனியாறுகளின் அடியிலுள்ளது.

மேட்டு நிலப் பனியாறுகள் திண்ணிய பனிக்கட்டிப் படலத்தால் மூடப்பட்டுள்ள தட்டையான உச்சிகளையுடைய மலைகளின் மேல் உண்டாகின்றன. இத்தகைய பனியாறுகள் பல ஸ்கேண்டினேயா மலைகளில் உள்ளன. இவற்றுக்கும் எரிமலைகளின் உச்சிகளிலுள்ள தொப்பிப் பனியாறுகளுக்கும் இடையே சில ஒப்புமைகள் உள்ளன. தொப்பிப் பனியாறுகள் காகாஸஸில் எல்ப்ரஸ் (Elbrus) ஆப்பிரிக்காவில் கிலிமான்ஜாரோ, காம்சட்காவில் (Kam-chatka) க்ளையூவ்செங்காயா (Klyuchevskaya) ஆகிய மலைகளில் காணப்படுகின்றன.

கண்ட-வகைப் பனியாறுகள் துருவப்பகுதிகளில் அண்ட்டார்க்டிக், கிரீன்லாந்து, ஸ்பிட்ஸ்பெர்கன் மற்றும் பல பகுதிகளில் மிகப்

பரவலாகக் காணப்படுகின்றன. கண்டவகை பனித் தொப்பிகள் கேடய உருவம் கொண்டவை; இவை நடுப்பகுதியில் சற்று உயரமாக உள்ளன. இவை மிகவும் தடிப்பானவை. கிரீன்லாந்து பனியாறு (Greenland Glacier) நடுப்பகுதியில் 3000 மீட்டர் கனமுடையது. நடுவிலிருந்து பனி விளிம்புகளில் உள்ள கடலை நோக்கித் தனித்தனியான நாக்குகளைப் போல வழிந்து செல்கின்றன. கடலை அடைந்ததும் அவை உடைந்து பனிக்கட்டித் தெப்பங்களாக மிதந்து கடலில் செல்கின்றன.

பனியாறுகள் உண்டாகும் விதம்: மலைப் பனியாறுகளில் உள்ள பனிக்கட்டி குறிப்பாக வெண்பனி மாறியதால் உண்டானதாகும். பெருமளவு வெண்பனி குவிந்துள்ளதால் அதன் சொந்தச் சுமையின் காரணமாக அழுத்தப்பட்டு கட்டியாகிறது. இதன் மேற்பரப்பு பகல்வேளையில் சூரிய வெப்பத்தில் உருகுகிறது. இரவில் உறைகிறது (கோடை காலத்திலும்கூட). இவ்வாறு மாறிமாறி நிகழ்வதால் வெண்பனி 'நெவே' (Neve) எனப்படும் திண்துகள்வயப் பனிக்கட்டியாக மாறுகிறது.

'நெவே' வெண்பனியை விட மாறுபட்ட அமைப்பை உடையது; ஒவ்வொரு துகள் திரளிலும் பல பனிக்கட்டிப் (Ice) படிகங்கள் ஒன்றுக ஒட்டிக்கொண்டிருக்கின்றன. இப் படிகங்கள் மேல் படலங்களில் சிறியனவாகவும் கீழே செல்லச்செல்ல பெரியதாயும் உள்ளன; ஐந்து அல்லது ஆறு மீட்டர் ஆழத்தில் 100 கன சதுர மில்லிமீட்டர் அளவை அடைகின்றன.

'நெவே', மலை-உறை பனியாலும் (அதாவது மலை உச்சிகளின் காற்றுப் பக்கச் சரிவுகளில் விழுந்து உருகி மழுப்பப்படும் உறைபனியாலும்) ஊட்டப்படுகிறது. இந்த உறைபனி பின்வருமாறு உண்டாகிறது. ஈரமான காற்று உறைந்துள்ள சரிவின்மேல் வந்து படும்போது, ஒன்றிரண்டு மீட்டர் தடிப்புக்குப் பொருக்கு போல் படிகிறது; இது தன்னுடைய எடையினுலேயே உடைந்து 'நெவே'யின் மேற்பரப்பில் விழுகிறது.

சில பகுதிகளில் 'நெவே' வயல்கள் மலையின் உச்சிகளில் உண்டாகும் வெண்பனிப் பாறை வீழ்ச்சிகளால் ஊட்டப்படுகின்றன. மேற்பரப்புக்கு அருகே அடிக்கடி 'நெவே' வெண்பனியுடன் மாறி மாறிக் கிடப்பதுண்டு கீழே மறைத்து விடுகிறது. 'நெவே' கடினமான பனிக்கட்டிப் படலங்களுடன் மாறிமாறி கிடக்கிறது.

'நெவே' பேசின்களின் தரை குழிந்துள்ளது: இவை தட்டையான கிண்ணங்களைப்போல் உள்ளன. இவற்றில் வெண்பனிக்

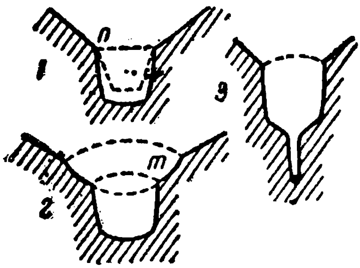
கட்டியாகும்போது 'நெவே'யாக மாறுகிறது; இதன் பிறகு இது பனியாற்றுப் பனிக்கட்டியாக மாறுகிறது; இது நீர்நிலைகளின் மேற்பரப்பில் உருவாகும் பனிக்கட்டிக்கு மாறானது. நீர்நிலைப் பனிக்கட்டியின் அடர்வெண் 0.917; பனியாற்றுப் பனிக்கட்டியின் அடர்வெண் 0·909; 'நெவே' 0·2 முதல் 0.4 வரை மாறுபட்ட அடர்வெண் உடையது.

பல நூற்றாண்டுகளாக அல்லது பல்லாயிரக்கணக்கான ஆண்டுகளாகச் சேர்ந்துகொண்டே வரும் 'நெவே' பனிக்கட்டியாறுகளை உண்டாக்குகிறது, அடிப்பகுதியில் பனியாற்றுப் பனிக்கட்டியாக மாறியுள்ள 'நெவே' மலை முகட்டுக் குழியை நிறைத்து அங்கிருந்து நெகிழ்ந்து வழிந்து மலைச்சரிவில் கீழ் நோக்கிச் செல்கிறது. இவ்வாறு மலைப்பள்ளத்தாக்கு வழியே வழிந்தோடும் பனிக்கட்டியாறுகள் உண்டாகின்றன.

ஆகவே, பனியாற்றின் ஊட்டப்பகுதியே 'நெவே' பேசின். இதில் வெண்பனித் திரட்சிகள் சேர்ந்து குவிகின்றன; இவை மெல்லப் பனியாற்றுப் பனிக்கட்டியாக மாறுகின்றன. பனியாறு பள்ளத்தாக்கை விட்டு வெளியே வரும்போது நாக்கு போன்ற உருவத்தைப் பெற்றுள்ளது.

பனியாறுகளின் புடைப் பெயர்ச்சி : (movement) பனிக்கட்டி நெகிழ்மப் பொருள்களைப் (plastic) போல் நகர்கிறது. பனியாற்றின் வேக அளவு வழக்கமாக அதிகம் இருப்பதில்லை; ஒரு நாளுக்குச் சில பத்து மில்லி மீட்டர்கள் முதல் பல பத்து செ. மீ. வரைதான் இருக்கும்; எப்போதாவது நாளுக்கு 1—1·5 மீட்டர் வரை இருப்பதும் உண்டு. கண்ட-வகைப் பனியாறுகளின் வேகம் நாளுக்கு 20-40 மீட்டர் வரை உள்ளது. பனியாற்றின் வேகம் பனிக்கட்டித் திரட்சியின் அளவையும் தரையின் சாய்மானத்தையும் பொருத்தது. பனியாற்றின் வேகத்தைப் பல வழிகளில் அளக்கலாம். மிக எளிய முறைப்படி பனியாற்றின் குறுக்கே வண்ணக் கற்களை வைத்துவிட்டு அவை பனியாற்றோடு செல்வதைக்கவனிக்க வேண்டும். பனியாற்றின் ஓரங்களைவிட அதன் நடுப்பகுதி விரைவாகச் செல்வதை நிரூபித்துள்ளனர்.

பனியாறு பள்ளத்தாக்கின் கீழே செல்லும்போதே ஆவியாவதாலும், உருகுவதாலும் ஓரளவு பனிக்கட்டியை இழக்கிறது. கீழே செல்லச்செல்ல உருகுவதும் அதிகரித்துக் கொண்டே செல்லும்; ஒரு குறிப்பிட்ட உயரத்தில் உருகுவதால் நேரும் இழப்பும் மேலிருந்து வழிவதால் ஏற்படும்வருவாயும் சரிசமமாக இருக்கும். பனியாறு இத்தகைய ஒரு புள்ளியைக் கடந்து செல்வதற்கில்லை.



படம் 69 பனிக்கட்டி ஆற்றுப் பள்ளத்தாக்குகளின் வெட்டுத்தளத் தோற்றம்

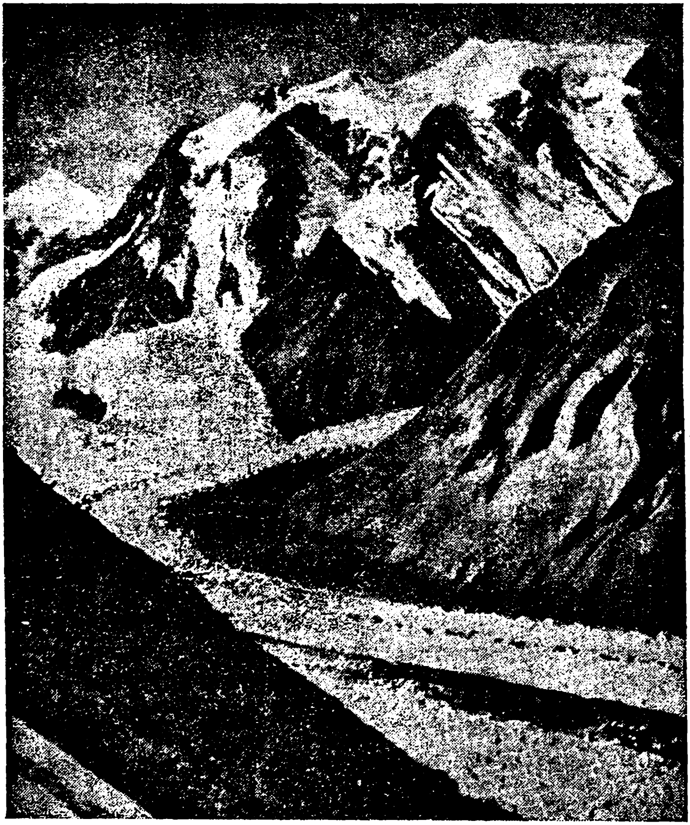
1. குழிவாக்கப்பட்ட பள்ளத்தாக்கு (n—தோள்; முகடு 2. இருமுறை பனியாறு சென்றுள்ள பள்ளத்தாக்கு (m—குழிவாக்கப்பட்ட தளம்) 3. ஆற்றினால் அரிக்கப்பட்ட பள்ளத்தாக்கு.

பனியாற்று இயக்கம்*(activity): பனியாறு பள்ளத்தாக்கில் கீழ் நோக்கி நகரும்போதே நிலப் பொதியியல் வேலைகளைச் செய்கிறது; இது தன் சொந்தச் சுமையாலேயே தரையை அரிக்கிறது; அதனடியில் சிறைபிடித்து வைத்தாற்போல் உள்ள பெரிய பாறைகளினால் குழிகளைப் பறிக்கிறது; கூரான சம உயரக் கோட்டுக் கூறுகளை மழுக்குகிறது; தான் செல்லும் பள்ளத்தாக்குக்கு 'U' போன்ற வடிவத்தைக் கொடுக்கிறது (படம் 69—70). பனியாறு எவ்வளவுக் கெவ்வளவு அதிக அளவு பாறைகளைக்கொண்டுள்ளதோ அதற்கு ஏற்பவும், எவ்வளவுக்கெவ்வளவு வேகமாகச் செல்லுகிறதோ அதற்கு ஏற்பவும் அதன் அரிப்பு இயக்கம் அதிகரிக்கிறது. கிரேனைட் போன்ற கடினப் பாறைகளும் மழமழப்பாக்கப்படுகின்றன. உதிரியான பாறைகள் பனியாறுகளால் உழுதாற்போல் கோதிவிடப்படுகின்றன.

இவ்வாறு பனியாற்றினால் உழப்பட்ட பிறகு உடைந்துள்ள பொருள்களும், மலைச்சரிவுகளின் மேலிருந்து விழுந்த பொருள்களும், பனியாற்றினால் கடத்தப்பட்டு அதன் முடிவிலோ (முனையிலோ) அல்லது வழி நெடுகிலுமோ படிவாக்கப்படுகின்றன.

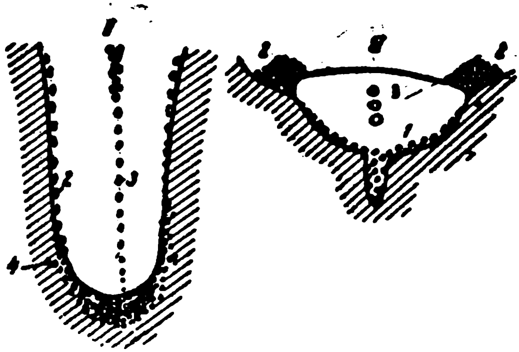
பனியாற்றினால் சுமக்கப்பட்டுப் பின் படிளாக்கப்படும் பாறை சிதைவுப்பொருளை பனியாற்றுப் பொதிப்பொருள் (moraine) என்பர். இப் பொதிப் பொருள்கள் பல வகைப்படும். அடிப்பொதி (lower); பக்கப்பொதி (lateral) உள்பொதி (internal). இவை அனைத்தும் நகரும் வகைகள். பனியாற்றின் நாக்கு உருகும் இடத்தில் படியும் பொதிக்குக் கடைப்பொதி (terminal moraine) என்று பெயர். பனியாற்றின் அடித்தளத்துக்கு அருகே சிதறிக்கிடக்கும் சிதைவுப்பொருளுக்குத் தரைப்பொதி (grand moraine) என்று பெயர் (படம் 71).

* பனியாறுகளின் பௌதிக, புவியியல் வய (geographical) ஆய்வு ஒரு தனிப்பட்ட அறிவியல் துறையைச்சாறும். இதைப் பனியாற்றியல் (glaciology) என்போம்.



படம் 70. இறங்கிவரும் பனியாறுகள் (நடுச்சுமைகளைக்காண்க).

மலைப் பள்ளத் தாக்குகளின் மேல் பகுதிகளில் பல பனியாற்று நாக்குகள் ஒன்றாகச் சேர்ந்து கொள்வதுண்டு. இவ்வாறு நிகழும் போது இவற்றுள் பெரிய நாக்கு முக்கிய நாக்காக இயங்குகிறது. சில பனியாறுகளில் முக்கிய ஆறு மிகப் பெரியதாக இருக்குமானால் அதன் பள்ளத்தாக்கு ஆழமாக வெட்டப்பட்டிருக்கும்; மற்ற பக்கப்பனியாறுகள் அதற்கும் மேல்மட்டத்தில் அதனுடன் இணைந்தவாறு இருக்கும். ஒன்றாகச்சேரும் பனியாறுகள் சுமாராக ஒரே அளவில் இருக்குமானால், அவற்றின் பக்கங்கள் ஒன்றாக்கப்பட்டு இணைந்தவாறு அமைகின்றன. ஒவ்வொரு பனியாற்றின் விளிம்புகளும் பக்கப் பொதிகளைச் சுமந்துவரும். ஆகவே, இரண்டு பனியாறுகள் ஒன்றாக இணைந்து ஒரு நடுப்பொதியை (medial) உண்டாக்குகின்றன.



படம் 71. பனியாற்றின் மேல் காட்சி (i) பக்கக்காட்சி (ii)

1. தரைப்பொதி. 2. பக்கப்பொதி. 3. நடுப்பொதி. 4 கடைப்பொதி.

எத்தனை நடுப்பொதிகள் உள்ளன என்று எண்ணி அதனுடன் ஒன்றைக் கூட்டினால் எத்தனை பனியாறுகள் ஒன்றாக இணைந்துள்ளன என்று கூறிவிடலாம். ஆகவே, ஒரு பனியாற்றின் மேல் மூன்று இணையான நடுப்பொதிகள் இருக்குமானால் அங்கு நான்கு பனியாறுகள் ஒன்றாக இணைந்துள்ளன என்று கூறிவிடலாம்.

கடைப்பொதி (Terminal moraine) கீழே படியும்போது, குறுக்காகவும் நெடுக்காகவும் அமையும் நீள மேடுகள் உண்டாகின்றன. பனியாறு உருகுமிடத்தில், அதன் மேற்பரப்பிலும், உள்ளும், அடியிலும் உள்ள பொதிப்பொருள்கள் குறுக்காக அமையும் நீள் மேடுகளையும், நடுவிலும் பக்கங்களிலும் உள்ள பொதிகள் நெடுக்காக அமையும் நீளமேடுகளையும் ஆக்குகின்றன. பனியாறு உருகிப் பின்வாங்கும்போது கடைப் பொதிக்கும் பனியாற்றின் நுனிக்கும் இடையே ஒரு சிறு கிண்ணம் போன்ற ஏரி உண்டாகிறது. பனியாறு முன்னேறும்போது அது கடைப் பொதியைப் பள்ளத்தாக்கின் கீழே நகர்த்திச் செல்கிறது; அல்லது பொதிமேடு மிகப் பெரியதாக இருக்குமானால், அதன் மேல் ஏறிச் செல்கிறது.

பனியாற்றுப் பொதிகள், களிமண், மணல், பாறைக்கசடு, கூழாங்கற்கள், பாறைத் துகள்கள் (பொதிக் குறுமணல், வண்டல்களி) ஆகிய வகை பிரிக்கப்படாத பலவிதமான பொருள்களால் ஆனவை.

பனியாறுகள் செல்லும் பல பள்ளத்தாக்குகள் வளைந்து வளைந்து உள்ளன: அவற்றின் தரைகள் தட்டையாகவோ செங்குத்தாகவோ இருக்கும். பனியாறு நகரும்போது பள்ளத்தாக்கின் குவிவான பக்கத்தையே அழுத்தினற்போல் செல்லும்; இதனுல் அப்பக்கத்திலேயே அதிக உழவரிப்பு எற்படுகிறது. பள்ளத்தாக்கின் தரையில் பாறைத் தடைகள் இருந்தால் நொறுங்கும் தன்மை வாய்ந்த பனிக்கட்டியாற்றின் மேற்பகுதியில் பள்ளத்தாக்கின் குறுக்காக அமைந்தவாறுள்ள பாளம் பாளமான வெடிப்புகள் ஏற்படுகின்றன. பனிக்கட்டியின் தடிப்பையும், பள்ளத்தாக்கின் சாய்மானத்தையும் கொடுத்து இந்த வெடிப்புகள் மிகவும் அகலமாயும் ஆழமாயும் இருக்கும். (படம் 72). இத்தகைய இடங்களைக் கடப்பது மிகக் கடினம். பனியாறு இதைவிட மென் சாய்வுடைய பகுதியை அடைந்ததும் வெடிப்புகள் மூடிக் கொள்கின்றன. மேற்பரப்பு மீண்டும் சமமாகி விடுகிறது.



படம் 72. ரோன்ஸ்சி பனிக்கட்டியாறு.

நீர்-பனிப் படிவுகள் (fluiso-glacial deposits) ; பனிக்கட்டி உருகுவதால் ஆறு உண்டாகின்றன. இவை பனியாற்றின் அடியில் ஓடும் நீரோட்டத் தொகுதிகளாய் அமைகின்றன.

இந்த ஆறுகள் பனியாற்றின் முனையில் வெளிவரும் இடத்தில் சிலபோது மிகப்பெரிய குகை உண்டாவதுண்டு. இந்த ஆறுகளில்

நீர் சிறிதளவே உள்ளபோது இவற்றின் வழியே பனிக்கட்டிக்குள் வெகுதூரம் நடந்து செல்ல முடியும், கோடைக் காலத்தின் பின்னைய பாதியில் பனிக்கட்டியின் அடியில் ஆற்றல் மிக்க நீரோட்டங்கள் அடிக்கடி ஓடுகின்றன. காற்றின் வெப்ப அளவு குறைந்ததும் பனி உருகுவதும் குறைகிறது; நீரோடைகளில் நீர் தாழ்கிறது; குளிர் காலம் வந்ததும் இவற்றில் நீர் இருப்பதில்லை.

பனியாற்றுவய நீர்க்கால்கள் (vills) அல்லது நீர்-பனிவய நீரோடைகள் பனியாற்றுப் பொதிப்பொருள்களை அரிக்கின்றன; அதேபோது அவற்றைத் தரம்பிரித்து வகைப்படுத்துகின்றன. கோடையில் இந்த நீரோடைகள் மிக்க வலிமை பெறுகின்றன; இவற்றின் அரிப்பும் அதிகமாய் உள்ளது; பெரிய பெரிய பாறைகளையும் அப்போது உருட்டிச் செல்லுகின்றன. படுகையின் சாய்மானம் மிகக் குறைவாய் உல்ள ஆற்றின் கீழ்மட்டங்களில் பனியாற்று நீர்க்கால்கள் மெதுவாக ஓடுகின்றன; இவற்றின் விசை குறைகிறது; பொதிப் பொருளை அரித்து வந்த பெரிய துகள்கள் படிவாகின்றன; சிறுசிறு துகள்கள் இன்னும் கீழே கொண்டு செல்லப்படுகின்றன. இவ்வாறு பனியாற்று நீரோடைகள் இடும் நீர் பனி வயப் படிவுகள் வகைப்படி பிரிக்கப்பட்டுப் படிகின்றன. அடிக்கடி நீர்-பனிப்படிவுகள் இரண்டும் பொதிப் படிவுகளின் இடையே படிந்துள்ளதைக் காணலாம். இவை இரண்டு காலங்களில் நடந்த பனியாற்று இயக்கங்களுக்கு இடையே படிந்துள்ளன.

நீர்-பனிவயப் படிவுகளில் சரளைக் கற்களோ, மணலோ குறுமண்ணோ, களிமண்ணோ இருப்பதைக் காணலாம். பனியாறுகளுக்கு முன்னுல் நீரோடைகளால் இடப்படும் மணல், களிமண் படிவுகளுக்குப் பணியாற்றுப் படிவு வெளி (out-wash plain) என்று பெயர்.

பனியாற்றியல் வய ஏரிகளில் பனிக்கட்டி உருகிய நீர்கொண்டு வரும் மணலும் களிமண்ணும் மிக மெல்லிய படலங்களாக மாறி மாறிப் படிகின்றன. இவை பருவகாலத்துக்கு ஏற்ப வரும் படிவுத் துகள்களால் ஆனவை. மணல் இளவேனிலிலும் கோடையிலும் படிகிறது. குளிர்காலத்தில் நீர்மட்டம் குறையும்போது களிமண் படிகிறது. இப்படிவுகளுக்குப் படலக் களிப் படிவுகள் (varued clays) என்று பெயர். இவை 0.5-5 செ. மீ. தடிப்பு உள்ளவை.

பனியாறுகள் உருகுவதாலும் பின்வாங்குவதாலும் பனியாற்றில் வய நிலமேற் கூறுகள் உண்டாகின்றன. 'எஸ்கர்' எனப்

படும் பனிநீரிடு கரைகள் (Esker) மிகவும் தகைசால்பானவை. இவை நீளமாகவும், குறுகலாகவும், ஒன்றன்பின் ஒன்ருக அமைந்த வாறும் உள்ளன; அல்லது அகன்ற தட்டையான உயர்மேடு களாக உள்ளன. இவற்றின் பக்கங்களில் 'பீட்' (சக்கை நிலக்கரி) படிவு நிறைந்த அழுவங்கள் உள்ளன. எஸ்கர்கள் சரளைக்கல்லா லும் மணலாலும் ஆனவை; இப்படிவுகள் குறிப்பிட்ட மூலைவாட் டச் சாய்மானத்தில் படிந்துள்ளன; இதனுல் இவை ஓடும் நீரால் இடப்பட்டுள்ளன என்பது தெரிகிறது.

பின்லாந்திலும் சுவீடனிலும் பல எஸ்கர்கள் உள்ளன. இவை பனியாற்று வரிப்பள்ளங்களுக்கு இணையாக நீண்டுள்ள நீள்மேடு களாக உள்ளன. பக்கவாட்ட 'எஸ்கர்கள்' அடிக்கடி முக்கிய எஸ்கருடன் இணைந்து விடுவது, கிளை ஆறுகள் முக்கிய ஆற்றுடன் வந்து கலப்பதுபோல் அமையும். எஸ்கர்கள் 45-50 மீட்டர் உயரம் இருக்கின்றன. சிலவற்றின் உச்சி ஒற்றையடிப் பாதைக் கும் போதாத அளவு குறுகலாக இருப்பதும் உண்டு.

பனியாறுகள் முன்னேறுவதும் பின்னேறுவதும்: மலைவயப் பனியாறுகளின் விளிம்புகள் நிலைத்தவையல்ல. வெப்பதட்ப பருவ நிலைக்கு எற்ப இவை மாறுகின்றன. வெப்பதட்ப நிலை வெம்மை யாகிவிட்டால் பனி உருகுதல் அதிகமாகிறது; இதனுல் பனியாறு குட்டையாகிறது; பின்னேகுகிறது. குளிர்காலம் அல்லது பனிக் காலத்தில் இதற்கு நேர்மாருக நிகழ்கிறது. குறுகிய கால அளவுக் குள் இந்த மாறுபாடுகள் அவ்வளவாகத் தெரியாவிட்டாலும் பல பத்தாண்டுகளுக்குப் பிறகு முன்னேறுவதும் பின்னேறுவதும் பல நூறு அல்லது பல ஆயிரம் மீட்டர் வரை நடைபெறுவது விளங்கும்.

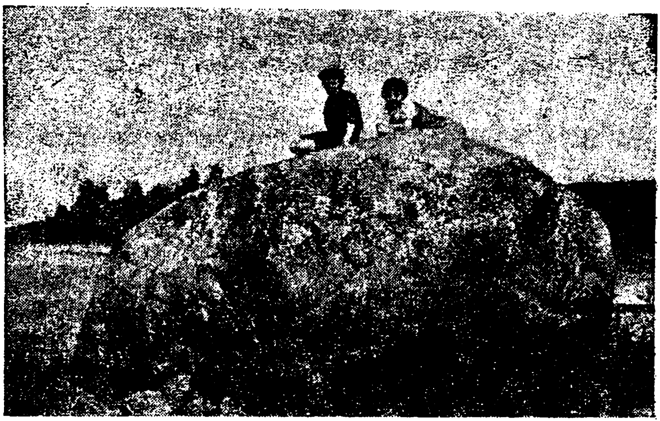
மழை-பனிப் பொழிவில் ஏற்படும் மாறுதல்களின் காரணமாக 'நெவே' பேசினில் உள்ள பனித்திரளில் ஏற்படும் மாறுதல் முழு புனி-வயலையும் பாதிக்கிறது. பனியாறு கீழே வழியும் பகுதியில் வெப்பதட்ப நிலையும் இதேபோல் முக்கிய பங்கு ஏற்கிறது; ஏனெ னில், பலமுறை பனியாற்றின் நாக்குகள் நெவே வயலின்கீழ் பல்லா யிரம் மீட்டர்கள் தாழ்வாக உள்ளன. ஆகவே, நெவே பேசினில் நிலையான சூழ்நிலைகள் இருக்குமானுல், பள்ளத்தாக்கின் அடிப் பகுதிகளில் பனிக்கட்டி விரைவாக உருகுமானுல் பனியாறு பின்னேகும்.

மேலும், பனிக்கட்டித் திரட்சியில் காணப்படும் மாறுதல்கள் புனி ஊட்டப் பகுதியின் அளவையும் உருவத்தையும் பொருத்துள்

ளது. பனியாற்றின் நாக்கு இருக்கும் இடத்துக்கும் சூரிய வெப்பத்துக்கும் உள்ள தொடர்பும் முக்கியமானது. சூரிய ஒளிபடும் இடத்திலுள்ள நாக்கைவிட மறைவாக உள்ள நாக்கு நிலையானது. பாறைத் துண்டுகளால் ஆன போர்வையும் பனியாற்றை அதிகமாக உருகுவதிலிருந்தும் ஆவியாவதிலிருந்தும் பாதுகாக்கும்.

பண்டைக் கால பனியாற்று இயக்கம் : புவிப்பொருக்கின் வரலாற்றை ஆராய்ந்து பார்க்கும்போது பனியாற்று இயக்கங்கள் மிகப்பெரிய பரப்பளவுகளில் பண்டைய கால வகைகளில் (epocks) நிகழ்ந்துள்ளன என்பது தெரிகிறது. உயிர் தொடக்கக் காலப்பகுதியிலும் (Proterozoic), கார்பானிபரஸ், பெர்மியன் காலங்களிலும் குவார்டர்னரி (quarternary) காலத்திலும் இத்தகைய பனியாற்று இயக்கங்கள் நிகழ்ந்துள்ளன. குவார்டர்னரி காலத்தில் வட தென் ஐரோப்பா முழுவதையும் ஒரு திண்ணிய பனிக்கட்டிப் போர்வை மூடியிருந்தது; மாஸ்கோ பகுதியில் இது 1 கி. மீட்டருக்கும் அதிக தடிப்பாக இருந்தது; இதன் தென் எல்லை கியிவ்வுக்கும் (Kiev) தெற்கே இருந்தது.

இன்றும்கூட மலைகளில் பனியாறுகளுடைய ஸ்கேண்டினேவியா வட ஐரோப்பாவில் நடந்த குவார்டர்னரி காலப் பனியாற்றியக்கத்துக்கு மையப்பீடமாக விளங்கியது. இந்தப் பனியாறுகள் வளர்ந்து வட-நடு-ஐரோப்பா முழுவதையும் மூடிக்கொள்ள ஆண்டு வெப்ப அளவில் 5 செ. தாழ்ச்சி ஏற்பட்டாலே போதும் என்று கணக்கிட்டுள்ளனர். ஐரோப்பாவின் பெரும்பகுதியில் தெளிவான அறிகுறிகளை குவார்டர்னரி பனியாற்றியக்கம் விட்டுச் சென்றுள்ளது. எடுப்பான பனியாற்றுப் பொதிப் படிவுகளின் மேற்கூற்று உருவங்கள், கடைப் பொதிகளாலான நீள் குன்றுகள் வரிப்பள்ளக் கீறல்களையுடைய குந்து பாறைகள் (erratiu), செம்மரியாட்டு முதுகுப் பாறைகள், எஸ்கர்கள், ஏரிகள் ஆகியவற்றை பின்லாந்திலும், கோலா தீபகற்பகத்திலும் காணலாம். இவை அண்மைய பனியாற்று இயக்கங்களைக் காட்டும் நல்ல அறிகுறிகள். இதற்கும் தெற்கே லெனின்கிராட்; காலினின் (Kalinin), வோலோக்டா (vologda), பிஸ்கோவ் (Pskov), ஆகிய இடங்களின் அருகே மழுக்கப்பட்ட வரிக் கீறல்களை உடைய பாறைத் திரளைகள் உள்ளன; இவை பனியாற்றியக்கத்தால் உண்டானவை. இவற்றில் சில ஒரு டன் எடைக்கும் அதிகமாக உள்ளன. (படம்73) சோவியத் ரஷ்யாவில் ஐரோப்பியப் பகுதியிலும் அதையடுத்த பகுதிகளிலும் உள்ள குவார்டர்னரி காலப் பனியாற்றுப் பொதிகள் பனிக்கட்டி எவ்வளவு தொலைவு தெற்கு நோக்கி வந்துள்ளன என்பதைக் காட்டுகின்றன.



படம் 73. பனியாற்றினால் தனித்து விடப்பட்டுள்ள பாறை

சூரிய வெப்பக் கதிர்வீசலில் ஏற்பட்ட மாறுபாடுகளாலும், புவி அச்சின் கோணத்தில் ஏற்பட்ட மாற்றங்களாலும், மற்ற பல காரணங்களாலும் நிகழ்ந்த வெப்பதட்ப மாற்றங்களால் பனியாற்று இயக்கங்களிலும் இவ்வாறு மாறுதல்கள் ஏற்பட்டன.

வெப்பதட்ப நிலை மாற்றங்களும் பனியாற்று இயக்க எழுச்சியும், புவியிலேயே நிகழும் செயல்பாடுகளே என்று சில அறிவியலாளர்கள் கருதுகின்றனர். எடுத்துக் காட்டாக, அர்ஹீனியஸ் என்பவர் வெப்பதட்ப நிலை மாற்றங்களுக்குக் காற்று மண்டலத்தில் கார்பன்டை ஆக்சைடின் அளவில் ஏற்படும் ஏற்றத்தாழ்வுகளைக் காரணமாகக் காட்டினார். தற்போதுள்ள கார்பன்டை ஆக்சைடு அளவு பாதியாகக் குறையுமானால் புவியின் வெப்ப அளவு சராசரியாக 4-5° செ. குறையுமென்றும், இதனால் போதிய அளவு நீர் பொழிவுமட்டும் இருந்தால், ஐரோப்பா முழுதும் தடிப்பான பனிக்கட்டிப்படலத்தால் போர்த்தப்படும் என்றும் அவர் நம்பினார்.

மேலும், எரிமலை உமிழ்வுகளும் பனியாற்றின் ஏற்றத்தில் மிக முக்கிய பங்கு ஏற்கின்றன. தீவிரமான எரிமலைக் கிளர்ச்சிகளின்போது பெருமளவு எரிமலைச் சாம்பல் காற்றில் வீசப்படுவதால் சூரிய வெப்பக் கதிர் வீசல் தடைப்பட்டுப் புவி குளிர்ச்சியாய் விடுவதுண்டு.

பிரவ்னவ் (Brounov) என்னும் ரஷ்யப்புவியியலாளர் (geogra, pher) பனியாற்றியக்கத்துக்குத் தாழ்வெப்ப அளவு மட்டுமல்லாது, காற்று மண்டல ஈரப்பதத்திலும் மாறுதல் தேவை என்று குறிப்பிட்டார். குளிர் துருவம் ஃபெர்கோயான்ஸ்க் (ver Khoyansk) என்னுமிடத்தின் அருகே செல்வதால் கிழக்கு சைபீரியாவில் கிரீன்லாந்தை விடக் குறைந்த தாழ்வெப்ப அளவுகள் பதிவாகியுள்ளன. ஆனால், கிரீன்லாந்தில் அதிக அளவு ஈரப் பொழிவு ஏற்படுவதால் அங்கு அதிக அளவு பனிக்கட்டித் திரள்கள் சேருவதற்கு ஏற்ற சூழ்நிலைகள் உள்ளன. இதற்கு மாறாக, ஃபெர் கோயான்ஸ்கில், ஈரப்பொழிவு மிகச் சிறிதே உள்ளதால் நிலையான வெண்பனிப் போர்வை அங்கு உண்டாவதில்லை.

கண்ட வளர்ச்சி சம்பந்தப்பட்ட எழுச்சிகள் (epeirogenic uplift) பனியாற்று இயக்கத்தை ஊக்குவிக்கும் மற்றொரு காரணமாய் அமைகின்றன. ஏனெனில், ஒவ்வொரு, 200 மீ. உயர்ச்சிக்கும் வெப்ப அளவில் 10 செ. தாழ்ச்சி ஏற்படுகிறது. கடல் நீரோட்டங்களும் வெப்பதட்ப நிலையைப் பாதிக்கின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, கல்ஃப் நீரோட்டத்தால், முர்மான்ஸ்க்(Murmansk) துறைமுகம் ஆண்டு முழுவதும் பனிக்கட்டி அற்ற நிலையில் உள்ளது; ஆனால் லெனின்கிராட் துறைமுகமோ, இன்னும் 600 கி.மீ. தெற்கில் இருந்தாலும், ஆண்டில் 5 மாதங்கள் பனிக்கட்டியால் சூழப்பட்டவாறு உள்ளது.

ஆகவே, பனிக்கட்டி இயக்கம் பல காரணக் கூறுகளைப் பொருத்துள்ளது என்பதை உணர முடிகிறது.

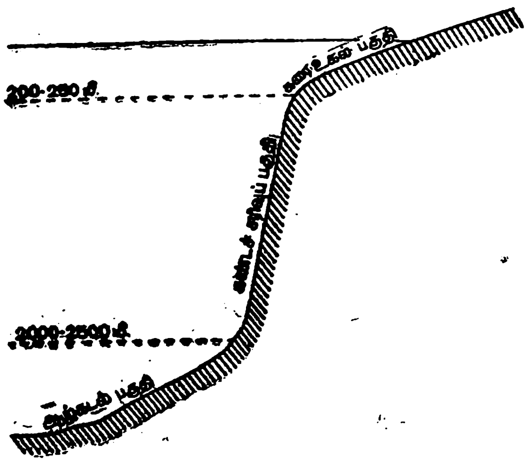
கடலின் நிலப்பொதியியல் இயக்கம்

ஆறுகள், பனிக்கட்டி, காற்று ஆகியவற்றின் இயக்கங்களில் காணப்படும் அரிப்பு, கடத்தல், அரைப்பு, வகைப்படுத்தல், படிய வைத்தல், ஆகிய அதே செயல்களே கடல் நீர் இயக்கத்திலும் காணப்படுகின்றன. ஆனால், கடலின் இயக்கத்தில் காணப்படும் சில கூறுகள் புவியின் உயிர் வாழ்க்கைக்கு மிக முக்கியமாக அமைகின்றன.

காற்று, மேற்பரப்பு நீர்கள், பனிக்கட்டி ஆகியவை தாம் அரித்த பொருள்களைக் கடல் மட்டத்துக்குக் கடத்திச் செல்லும் போது, கடல் இவற்றைத் தன் நீர்மட்டத்துக்கு அடியில் மறைத்து வைத்துக் கொள்கிறது. கடல் கண்டங்களையும், தீவுகளையும் தன் மட்டத்துக்குத் தாழ்த்துவதில் ஈடுபட்டுள்ளது. இவற்றையே

தேய்த்தல், சுரண்டுதல், உராய்தல் (abrasion) என்று கூறுகிறோம். இந்த வகையான அரிப்பு வேலை எல்லாக்கண்டங்கள், தீவுகள் ஆகியவற்றின் கரையோரங்களிலும் மொத்தம் சுமார் 200,000 கி.மீ. நீளத்துக்குக் காணப்படுகிறது. பல பெரிய நிலப்பகுதி களில் கடல் நீர் அரிப்பு தெளிவாகக் காணப்படுகிறது. வட கடலிலுள்ள ஹெலிகோலேண்ட் (Heligoland) என்னும் தீவு ஒரு நல்ல எடுத்துக்காட்டு. இத்தீவு 900 ஆண்டுகளில் 920 சதுர கி.மீ. பரப்பளவில் இருந்து 1.5 சதுர கி.மீ. பரப்புக்குத் தேய்க் கப்பட்டுள்ளது.

கண்டப் படிவுகளில் உயிர்மவயப் பாறைகள் (organic rocks) மிகக் குறைவு. ஆனால், இவை கடலியற் படிவுகளில் மிக முக்கியப் பங்குள்ளவை. கடலியற் படிவுகள், கடலின் அடித்தரைபுடை கூறு, கரை விளிம்பு போன்ற பலவற்றைப் பொருத்து குறிப்பிட்ட வட்டாரங்களில் படிகின்றன.



படம் 74. கடல் தரையின் பகுதிகள்.

M—மீ.

littoral zone—கரை உகல் பகுதி.
Bathyal zone—கண்டச் சரிவுப் பகுதி.
abyssal zone—ஆழ்கடல் பகுதி.

கடலின் தரை ஒரே சீராகத் தாழாது படிப்படியாகத் தாழ் கிறது (படம் 74). முதல் படியாக கண்டத் திட்டு (Shelf) அல்லது ஆழமற்ற நீர்ப்பகுதி உள்ளது, இது 200 மீ. ஆழம்

வரை விரிந்துள்ளது. சில இடங்களில் இதன் அகலம் 400—600 கி. மீ. உள்ளது: கடலின் மேற்பரப்பில் 8·4 சதவீதத்தைக் கவர்ந்துள்ளது. முன் கரையின் (fore shore) ஒரு பகுதி பொங் கோத உயர்மட்டத்துக்கும் தாழ்மட்டத்துக்கும் இடையே உள் ளது: இதற்குக் கரை உகல் ஓட்டப்பகுதி (littoral zone) என்று பெயர். இதன்எல்லைக்குப் பிறகு ஆழ்கடல் படிவுப் பகுதி (pelagic zone) உள்ளது.

கண்டத் திட்டை அடுத்து கண்டச் சரிவுப்பகுதி உள்ளது. (bathyal zone) இது 200 முதல் 2500 மீ. ஆழம் வரை உள்ளது. கண்டச் சரிவின் மேல் பகுதியின் படிவுகள் மிக வீரியக் கடலாலோ, அல்லது ஆழ் கடல் நீரோட்டங்களாலோ மட்டுமே கலைக்கப்படுகின்றன.

தரையின் படிவுகள் (terrigenous deposits) ஆழ்கடல் பகுதியை (abyssal zone) அடைவதில்லை. ஆழ்கடல் பகுதி 2500 முதல் 3000 மீ. ஆழம் வரை உள்ளது. இந்த ஆழம் வரை எரிமலைச் சாம்பலும் விண்வெளித் துகளுமே செல்லுகின்றன.

கடலின் அழிவு வேலை: காற்று அலைகள், பொங்கோதங்கள், நீரோட்டங்கள் ஆகியவற்றின் காரணமாகவே கடல் அழிவு வேலை யில் ஈடுபடுகிறது.

காற்று அலைகள்: (wind waves) கடற்கரைகளை மோதும் போது மேற்பரப்பு அலை பாய்வு இயக்கத்தினால் (surf) ஏற்படும் அழுத்தத்தாலும் அவற்றால் எடுத்துச் செல்லப்படும் பாறைத் திரள்களின் இடிக்கும் இயக்கத்தினாலும் கடற்கரைகளை அரிக் கின்றன.

பல அளவுகளிலுள்ள பாறை உடை பொருள்கள் கொடுங் கரைகளின் மேல் (cliffs) கடலலைகளால் வீசப்படும்போது அலை இயக்கத்தை ஊக்குவிக்கும் ஆற்றல் மிக்க அரிப்புச் செயலிகளாகி விடுகின்றன.

கடற்கரைப் பகுதியில் தான் நிலப் பொதியியல் வேலை பெரு மளவில் நடைபெறுகிறது.

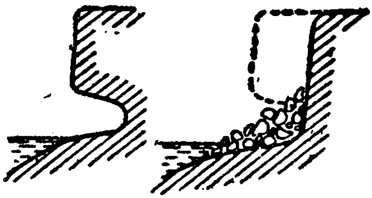
பாய் அலையின் விசை கவனிக்கத்தக்க அளவுள்ளது; நீர் கரையை எதிர்க்கும்போது ஏற்படுத்தப்படும் அழுத்தம், பாறைப் பாங்கான செங்குத்தான கரைகளில், கரை ஓரப் பகுதியில் நீர் ஆழம் அதிகமாக உள்ளபோது, சதுர செ. மீட்டருக்கு 2 அல்லது

3 கிலோ கிராமுக்கும் அதிகமாக உள்ளது. இத்தகைய பகுதி களில் நீரையும், பாறைத் துண்டுகளையும் மிக உயரம் வரை வீசும் சக்தி வாய்ந்த குமுறும் அலைகள் (breakers) உண்டாகின்றன. கடல் மட்டத்துக்கு மேல் 20 மீட்டர் உயரத்தில் உள்ள கலங்கரை விளக்குக் கட்டடங்களின் கண்ணாடிகளை இவ்வாறு கடலலையால் வீசப்படும் கற்கள் உடைத்துள்ளன. உள் கரையில் களப்பு அல்லது நீரடிமணல் திட்டுகள்(shoal) இருந்தால் தரை உராய்வின் காரணமாக எறிதிரைகளின் தாக்கும் விசை குறைக்கப்படுகிறது. ஆழம் அதிகமானாலும் அலையின் விசை குறைகிறது. ஆகவே, அலை இயக்கத்தின் விசை சிறிது ஆழம் வரை மட்டுமே நடைபெறு கிறது. திறந்த கடலில், நீரின் ஆழம் 200 மீட்டர் உள்ள வரை மேற்பரப்பில் சிற்றலைகளைக் (ripples) காணலாம்.

செங்குத்தான கடற்கரையைத் தாக்கும்போது அலைகள் மிகுந்த விசையைப் பெறுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, காகா ஸஸில் உள்ள காக்ரா (Gagra) எனப்படும் கடற்கரை நகரில் 7 ஆண்டுகளில் 200 மீட்டர் அகலமான கடற்கரை அரித்து அகற்றப்பட்டது. பால்டிக்கடலில் கோல்பெர்க் (Kolberg) அருகே கடற்கரை கடலரிப்பால் ஓராண்டில் 0.5—1 மீட்டர் பின்னேகியுள்ளது. பெருங்கடலின் கரையோரங்களில் இதற்கும் அதிக அளவு சேதம் உண்டாகிறது. ‘இங்கிலீஷ் சேனலுக்கு’ (English channel) இரு மருங்கிலும் ஆண்டுக்கு இரண்டு மீட்டர் அகலமான நிலப் பட்டைகள் அரித்து அழிக்கப்படுகின்றன. பிரான்ஸின் மெடோக் தீபகற்பத்தில்(Madock Peninsula) 1818ஆம் ஆண்டு வாக்கில் ஆண்டுக்கு 15 மீட்டர் அரிப்பு ஏற்பட்டது; இதுவே 1844ஆம் ஆண்டு வாக்கில் 35 மீட்டராக உயர்ந்தது.

பெரும்பாலும் கடற்கரையிலுள்ள பாறைகளைப் பொருத்தே கடலின் வேலை நடைபெறுகிறது. உதிரியான பாறை வேகமாக நொறுங்கி விழுகிறது. மணற்பாங்கான களிமண் பாறைகள் உள்ள கடற்கரைகள் பருவெட்டான பாறை உகல் பொருளைத் தருவதில்லை: சுடினப் பாறைகள் உள்ள கரைகளில் மட்டுமே பெரிய துண்டுகள் சேருகின்றன.

பாறைப் படுகைகளின் நிலையும் முக்கியமானது. பாறைகள் நிலத்தை நோக்கிச் சாய்ந்துள்ள இடங்களில் அரிப்பு வேகமாக நடக்கிறது; கடலை நோக்கிச் சாய்ந்துள்ள பாறைகள் அவ்வளவு விரைவில் அரிக்கப்படுவதில்லை. சமதளமான பாறையில் அரிப்பு குறைகிறது; இதில் படிநிலை போன்ற பல மட்டங்களில் பாறை தேய்கிறது; இப் படிகளால் அலைகளின் விசை தடுத்துக் குறைக் கப்படுகிறது (படம் 75).



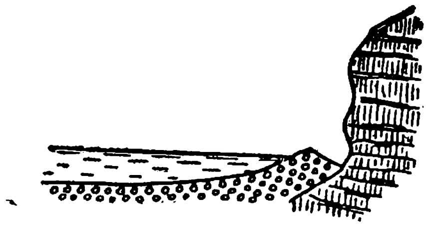
படம் 75. கடல் அரிப்பால் கரையில் அரிப்பு வடுத்தடம் உண்டாதல்.

செங்குத்தான கடற்கரைகளைத் தாக்கும் கடலலைகள் அவற்றில் சமகிடை வாட்டான வெட்டுக் குறிகளை உண்டாக்குகின்றன. (படம் 76). இக்குறிகளின் மேல் கவிந்தவாறுள்ள பாறைகள் மெல்ல உகலியக்கத்துக்கு உட்பட்டு நசிந்து முடிவில் விழுந்து விடுகின்றன. இவ்வாறு கடற்கரைகள் மெல்லப் பின்னேகுகின்றன; இதனால் உண்டாகும் தட்டையான திட்டுக்கு அலைஅரி மேடை அல்லது தளம் (wave cut terrace) என்று பெயர்.



படம் 76. அரால் கடலில் நிக்கோல்ய் தீவில் அரிக்கப்பட்ட கரை.

(படம் 77). இந்த மேடைகள் கடல் மட்டத்துக்கு 0-20 மீட்டர் ஆழம் வரை உள்ளன; இவை 2 கி, மீட்டருக்கும் அதிகமான அகலம் உடையன. இவற்றின் சாய்மானம் 1—2°க்கு மேல் இல்லை. தனித்துத் தூண்போல் நிற்கும் புகைக்கூண்டு பாறை



படம் 77. கடல்—அரிமேடை

களில் (Stacks) சில மிக விந்தையான உருவங்களைக் கொண்டுள்ளன; இவை இத் தளங்களில் உள்ளன. (படம் 78, 79). எடுத்துக்காட்டாக, இத்தகைய தளங்கள் கிரிமியாவின் தென் கரையில் உள்ளன.



படம் 78. பைகால் ஏரியிலுள்ள யானைத்தும்பிக்கைப் பாறை.

கடல் மட்டம் வெகுகாலம் வரை ஒரேநிலையில் இருக்குமானால் கடற்கரை சிறிது சிறிதாகப் பின்னேகி எந்த அலையும் தாக்க முடியாத தூரத்துக்குச் சென்றுவிடும். அலைஅரி மேடையில் கடலலைகளுக்கு எட்டுமாறு உள்ள உகுபொருள்கள் மேலும் உருட்டி மழுக்கப்பட்டும், உடைக்கப்பட்டும் சிறிது சிறிதாக்கப்பட்டவாறே உள்ளன. இத்தகைய செயலினால் பாறைக்கல்லாலும் கூழாங்கல்லாலும் ஆன கடற்கரைகள் உண்டாகின்றன.



படம் 79. கிரிமியாவிலுள்ள விந்தைப் பாறை.

கடல் நிலத்தின் மேல் புரண்டு செல்லும் கடல் கோப்புக் காலத்தில் (trans gression) கடற்கரைகள் வெகுவேகமாக அரிக்கப் படுகின்றன; அவற்றில் தளங்களும் செதுக்கப்படுகின்றன. கடல் பின்வாங்கிய பிறகு இத் தளங்கள் கடற்படித் தளங்களைப் (sea—terraces) போல் அமைகின்றன. இத்தகையத் தளங்கள் கருங் கடலின் கரையில் வெவ்வேறு உயரங்களில் படிப்படியாக அமைந் துள்ளன. மற்றவகைகளில், கடல் பின்வாங்கும்போது வேகமாக எழும் கரைகளின் மேல் கவிழ்ந்து தொங்கியபடி அமைந்துள்ள ஆற்றுப்பள்ளத்தாக்குகளைக் காணலாம். ஸக்காலின் தீவின் (Sakhalin island) மேற்குக் கரையில் இவ்வாறு நிகழ்ந்தது. இங் குள்ள மேற்குக் கரை சில ஆண்டுகளுக்கு முன் வேகமாக எழுந்தது.

கடல் தன் பௌதிக இயக்கத்தோடு வேதியியல் இயக்கமும் உடையது; இதனுல் பாறைகளின் சிதைவு வேகமாக்கப்படுகிறது.

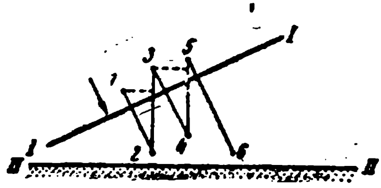
உயர், தாழ், பொங்கோதங்கள் (High and low tides): ஆறு மணி பன்னிரெண்டு நிமிட இடை நேரம் விட்டு விட்டு இயங்கு கின்றன. இவை காற்று அலைகளின் கூடவே கடற்கரைகளை அரிக் கின்றன. பொங்கோதங்கள் இயங்கும் கடற்கரைகளில் இரண்டு அரிப்புக் குறிகளும் (notches), அலை அரி தளங்களும் (terraces) உண்டாகின்றன. காற்று அலைகள் மட்டும் இயங்கும் கடற்கரை

களில் ஓர் அரிப்புக் குறியும், ஓர் அலை அரிதளமும் மட்டுமே உண்டாகின்றன.

ஆறுகள் கடலில் கலக்கும் இடங்களிலும், விரிகுடாக்களிலும், குறுகிய கடற் கால்களிலும் (straits) பொங்கோதங்களின் வேலை கவனிக்கத் தக்க அளவு நடைபெறும்: இவை விரிகுடாக்களின் தரையிலும், கடற்கால்களின் தரையிலும் ஆழ்பள்ளத்தாக்குகளை (canyon) வெட்டுகின்றன; ஆற்றின் கடல்வாய்களில் கழிமுகங்களும் (deltas) கழிமுகத்தீவுகளும் உண்டாவதைத் தடுக்கின்றன. அதனால் ஆறு கடலில் கலக்கும் இடங்கள் கடல் வாய்களாகின்றன (estuaries).

கடல் நீரோட்டங்களும் பெருஞ்சேதம் விளைவிக்கின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, ஸ்கேண்டினேவியாவின் கரையோரங்களில் பல நூறு மீட்டர் ஆழமும், 275 கி. மீ. அகலமும் உடைய கல்ஃப் நீரோட்டம் ஆழமற்ற நீர் பகுதியிலும், கண்டச்சரிவின் மேல்பகுதி களிலும் உள்ள எல்லாச் சிறுதூள்களையும், பல ஆயிரம் கி. மீ. தொலைவுகளுக்குக் கடத்திச் சென்றுவிடுகிறது.

காற்று அலைகள் கடற்கரைக்கு இணையாகவும், நேர் குறுக்காகவும் கடல்தரைப் படிவுகளைக் கடத்திச் செல்கின்றன. கடற்கரைக்கு நேர் குறுக்காகக் கடத்திச் செல்லப்படும் படிவுகள், ஓத இயக்க (ebb) அலைகளைவிடப் பெருமளவில் கரை அணுகு அலைகள் (on coming waves) வரும்போது, கரையின் மேல் குவிக்கப்படுகின்றன. இந்த இரண்டு வகை அலைகளுக்கும் இடையே சமநிலை உள்ளபோது கரையிலிருந்து எவ்வளவு பொருள் கடலை நோக்கிச் செல்கிறதோ அதே அளவு கரையை நோக்கியும் வருகிறது. ஓத இயக்க அலைகள் மிகும்போது படிவுப்பொருள்கள் கடலுக்குள் கடத்திச் செல்லப்படுகின்றன. கடலலைகள் கரைக்குச் சாய்வான திசையில் வந்து மோதும்போது படிவுப் பொருள்கள் கரைக்கு இணையான திசையில் அடித்துச் செல்லப்படுகின்றன (படம் 80).



படம் 80. கடற்கரையில் கூழாங்கற்கள் இடம் பெயரும் விதம். அம்புக்குறி காற்று வீசும் திசையைக் குறிக்கும்.

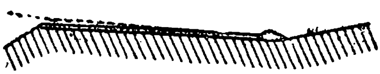
I—I —குறுக்கு அலை முகடு.
II—II —கடற்கரை விளிம்பு
1, 2, 3,—6—கூழாங்கல்லின் பாதை.

பருவெட்டான படிவுப் பொருள்கள் கடலலைகளால் கடத்திச் செல்லப்படும்போதே வகைப்படி பிரிக்கப்படுகின்றன. பருவெட்டான துகள்கள் கரைக்கு அருகே விடப்படுகின்றன. சிறுதுகள்கள் இன்னும் சற்றுதூரம் கொண்டு செல்லப்படுகின்றன; களிமண் போன்ற மிகச் சிறுதுகள்கள் வெகுதூரம் வரை அடித்துச் செல்லப் படுகின்றன. 8—10 மீட்டர் ஆழத்துக்கும் அடியிலுள்ள கடலடிப் பொருள்களை (benthonic material) விசைமிக்கப் புயல்களால்தான் நகர்த்த முடியும்.

கான்க்ரீட் திப்பைகளைக் கொண்டு கட்டப்பட்ட கரையணை களாலும் (Embankments) கரை விலகியவாறு கட்டப்பட்ட தடை கரைகளாலும் (breakwaters or bars) அலைகளைத் தடுத்து, அவை கரையை அரிக்காமல் காக்கின்றனர்.

கடலின் ஆக்க வேலைகள்: கடல் அழிவு வேலைகளை மட்டுமே செய்வதில்லை. தான் அரித்தெடுக்கும் பொருள்களைக் கடற்கரை களின் ஆழம் குறைந்த எல்லா இடத்திலும், கரையோரம் நெடுகி லும் படிவாக்குகிறது.

மென்மையான சாய்வுடைய கரைகளின்மேல் தள்ளப்படும் பருவெட்டான பொருள்களின் குவிப்பால் கரை விலகிய மணற் தடைகள் (off-shore bar) உண்டாகின்றன (படம் 81). இக் கரை களுக்குக் கொண்டுவரப்படும் படிவுப் பொருள்கள் அடித்துச் செல் லப்படுவதில்லை. இப் படிவுப் பொருள்கள் 10—12 மீட்டர் அகல மான தடைக்கரைகளாக வளர்கின்றன. சிலபோது பல தடை கரைகள் இணை இணையாக உண்டாகின்றன. கடலுக்கு வெகு தூரத்தில் உள்ளவை புயல் காலங்களில் ஆக்கப்படுகின்றன. அருகி லுள்ளவை வன்மை குறைந்த அலைகளால் கட்டப்படுகின்றன.

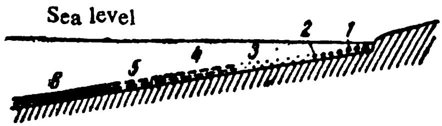


படம் 81. கரை விலகு மணல்தடை.

கடல் தரையிலும் படிவுப்பொருள்கள் படிகின்றன. இவற் றைக் கரை உகல் வகை (littoral), ஆழமற்ற நீர்வகை, ஆழ்கடல் வகை என்று பகுக்கலாம்;

கரை ஓட்டப் பகுதியிலுள்ள உகல்பொருள்களை அலைகள் இடை விடாது அடித்து அலைத்து வகைப்படுத்துகின்றன. கரைக்கு வெகு

அருகே உள்ள பகுதியில் உகல் பொருள்கள் அதிகமாக உருட்சி பெருத நிலையில் உள்ள பாறைத்திண்மப் பொருள்களாக உள்ளன. கரைக்கு அடுத்தபடி கூழாங்கற்களும், அதையடுத்து சரளைக்கற்களும், அதற்கப்பால் மணலும் படிகின்றன. கரையை விட்டுத் தூரம் செல்லச் செல்ல மணல் சன்னமாகிக் கொண்டே போவதைக் காணலாம் (படம் 82). கரை உகல் ஓட்டப்பகுதியில் படிவுப் பொருள்கள் சாய்வான படுகைகளாகப்படிந்துள்ளன. கரைக்கு அருகே 0. 1 மி. மீட்டருக்கும் குறைவான விட்டமுடைய சிறுதுகள்கள் படிவதில்லை; ஆனால், துகள்நீந்து நிலையில் (in suspension) எடுத்துச் செல்லப்பட்டு கண்டத்திட்டின் தரையில் 20 முதல் 200 மீட்டர் வரையுள்ள ஆழங்களில் படிகின்றன.



படம் 82. கடலில் நிலம்—ஈன் படிவுகள் பரவியுள்ள விதம்.

1. கூழாங்கற்கள்; 2. சரளைக்கல்லும் பெருந்துகள் மணலும்; 3. நடுத்தர அளவுடையமணல்; 4. நுண்மணல்; 5. களிவயமணல்; 6. களிமண்.

படத்தில் Sea level—கடல் மட்டம்

கண்டத் திட்டுப் படிவுகள், மணல், களிமண், மற்றும் எப்போதாவது குழைசேறு (ooze) ஆகியவற்றால் ஆனவை. இவற்றில் எப்போதும் உயிர்மப் பொருள்கள் உள்ளன. கடல் வாழ் தாவரங்கள் கண்டத் திட்டையில் செழிப்பாக வளருகின்றன. இதனால் இங்கு கடல் வாழ் உயிர்களுக்குத் தக்க சூழ்நிலை அமைகிறது. இப்பகுதியிலுள்ள படிவுகள் தெளிவான அடுக்கமைப்பு உடையன; சீரற்ற அல்லது சாய்வான அடுக்கமைப்பு எப்போதும் காணப்படுவதில்லை. இதற்கு விதிவிலக்காகச் செங்குத்தாகக் கடலுள் சரிந்துள்ள பவளத்திட்டுகளின் சரிவுகளில் படிவு ஆக்கம் சீரற்ற முறையில் நடக்கிறது. அலைகளின் எதிர்மாறான அச்சுகளாகிய அலைச்சுவடுகள் (ripples) கரைவுகல் ஓட்டப்பகுதியின் மிகவும் ஆழமற்ற பகுதிகளில் காணப்படுகின்றன. இவை பல உருவங்களைக் கொண்டிருந்தாலும், ஆறுகளிலும், பாலைநிலங்களிலும் காணப்படும் மணல் அலைமேடுகளுக்கு மாறாக எப்போதும் சமச் சீர்மையுடைய உருவம் கொண்டுள்ளன.

கண்டங்களிலும் தீவுகளிலும் கண்டத் திட்டுப்பகுதியில் படிவுப் பொருள்கள் ஓர் அகலமான பட்டைபோல் படிந்துள்ளன. இப் பட்டையின் சராசரி அகலம் 250 கி. மீ; ஆறுகள் பெருமளவு

வண்டலைக் கடலுக்குக் கொண்டு வரும் இடங்களில் இப்பட்டை 600 கி. மீ. வரை அகலம் உள்ளது. கண்டத் திட்டை குறுகலாக இருக்குமானல் தரையின் மண்ணும், நீரோட்டங்களால் அப்புறப் படுத்தப்படாமல் இருக்கும்போது, கண்டத்திட்டையில் படிகிறது. வலிமைமிக்க நீரோட்டங்கள் உள்ள இடத்தில் திட்டையிலுள்ள படிவுப்பட்டை திடுமென முடிவுறுகிறது.

கண்டத் திட்டையில் நிலம் ஈன் படிவுகளோடு உயிர்மவய, மற்றும் வேதியியல் வயப் படிவுகளும் படிகின்றன.

கண்டச் சரிவிலும், ஆழ்கடல் பகுதியிலும் படியும் படிவுகள் பெரும்பாலும் உயிர்ம வகையின; இவற்றில் கலந்துள்ள கனிமப் பொருள் மிகச் சிறிதே. இவ்வுயிர்மப் படிவுகள் கடலில் வாழும் பல வகையான உயிர்களால் உண்டாக்கப்படுகின்றன. கடல் தரையில் பலவிதமான 'ஆல்கா'க்களும், கடல்'லில்லி'களும் கடல் பஞ்சுகளும் (sponge); 'பிரையோ ஜோவா' (bryozoa) உயிரினங் களும், பவள வகைகளும் (வெம்மையான நீரில்) இப்பி இனங் களும் (mollusks), இகைஞய்டுகளும் (echinoids) வாழ்கின்றன.

உயிர்ம வயப் படிவுப் பொருள்களின் ஆக்கத்தில் பவளத் திட்டுகளைக் கட்டும் பவளப் பூச்சிக் கூடுகள் மிக முக்கிய பங்கு ஏற் கின்றன. பவளப் பூச்சிகளும், 'ஆல்கா'க்களும் வழக்கமான உவர்ப்புத் தன்மையும், வெம்மையும் உடைய கடலில் 20—45 மீட்டர் ஆழத்துக்குள் நன்ருக வளர்கின்றன. பவளத் திட்டுகள், கண்டங்கள், மற்றும் தீவுகளின் கரைகளை ஒட்டிஞற்போலும், ஆழ மற்ற கடலினுள் இன்னும் சற்று தொலைவிலும் கூட வளர் கின்றன.

நீடித்து நிகழும் நில எழுச்சியின்போது பவளத் திட்டுகளின் வளர்ச்சி நின்று விடுகிறது. கடல் தரை மெல்ல மூழ்கும்போது அடிப்பகுதிகளில் உள்ள பவளப் பூச்சிகள் மட்டும் இறந்துவிடு கின்றன. இறந்த பவளத்திட்டுப் பாகங்களை அலைகள் அரிக் கின்றன; அரித்துச் சுண்ணவய மணல்களாகவும், வண்டலாகவும் மாற்றுகின்றன.

சில ஆல்காக்கள் கடல் நீரில் இருந்து சுண்ணச் சத்தை உறிஞ்சி அவற்றின் தண்டுகளில் படிய வைக்கின்றன. இத்தகையத் தண்டுகள் நசிவடைவதால் சுண்ணப் பாறைப் படலங்கள் உண் டாகின்றன. பண்டைய படிவுகளில் மிகப் பரவலாக உள்ள கிளிஞ்சல் சுண்ணப் பாறைகள் இப்பிவகை (mollusks) உயிர்களின்

கிளிஞ்சல்களால் ஆனவை. ஆழ்கடல் பகுதிகளில் மிதக்கும் கடலுயிர்கள் (planktons) உயிர்மவயக் குழைசேறுக (ooze) மாறு கின்றன.

சில பகுதிகளில் வேதியிய வய, மற்றும் உயிர் வேதியிய வய படிவுப் பொருள்கள் சேருகின்றன. உயிர்களின் எலும்புக் கூடுகள் விழுந்து படிவதால் உண்டாகும் சுண்ணவய சிலிகாவய மறு படிவு கள் இவ்வகைப் படிவுகளே; இவை மாகடலிலிருந்து தடைக் கரை களால் பிரிக்கப்பட்டு கரையோரமாக ஆற்றின் முகவாயிலுள்ள அழுவ ஏரிகள், உப்பங் கழிகள், விரிகுடாக்கள் போன்ற இடங் களிலுள்ள நீரில் பெரும்பாலும் படிகின்றன. இவை உப்புச்சத்து அதிகரிப்பால் படிவாக்கப்பட்டுகின்றன. இத்தகையத் தோற்றப் பாடு வரண்ட வெப்ப தட்ப நிலையுடைய இடங்களில் காணப்படு கிறது; எடுத்துக்காட்டாக, காஸ்பியன் கடலின் கிழக்குக் கரையி லுள்ள கரா-போகாஜ்-கோலில் (Kara-Bogaz-Gol) இவ்வாறு நிகழ்வதைக் காணலாம்.

எரிமலைகளிலிருந்து வெளியே உமிழப்படும் பொருள்கள் கடல் படிவுகளாவதை முக்கியமாக ஆழ்கடல் பகுதிகளில் காணலாம்; இங்கு தரையீன்-படிவுகள் சேருவதில்லை. மேலும், விண்வெளித் தூசுகளும் விண் கற்களும் (உற்கம்) கூட கடலில் விழுந்து படி கின்றன.

கண்டத் திட்டுப் படிவுப் பட்டைக்கு அப்பாலுள்ள கண்டச் சரிவுகளில் நீலம், சிவப்பு, பச்சை நிறமான சன்னமான நிலம்-ஈன்-படிவுகள் காணப்படுகின்றன.

அட்லாண்டிக் கடல் தரையில் பெரும் பகுதிகளில் நீலமண் (Blue mud) படிந்துள்ளது. சிலபோது இது கண்டத் திட்டுப் பகுதியிலும் கூடக் காணப்படுகிறது. நேப்பில்ஸ் விரிகுடாவில் (Naples Bay) 15 மீட்டர் ஆழத்தில் உள்ளது. இந்த மண் 5120 மீட்டர் ஆழத்தில் இருந்தும் எடுத்து வரப்பட்டுள்ளது. பெர்ரிக் ஆக்சைடு கலந்துள்ளதால் இவற்றின் மேல் படலங்கள் சிவப்பு அல்லது பழுப்பு நிறம் உடையன, மற்றப் பகுதிகள் நீலநிற முடையன. இந்த மண்ணில் 97சதவீதம் களிமண் துணுக்குகளால் ஆனது. சிலபோது களிமண் துணுக்குகளுக்குப் பதிலாக கார்பொனேட் சத்து அதிகமாவதும் உண்டு. குவார்ட்ஸ் துகள் களின் அளவு குறைவாக உள்ளது. நீலமண்ணை நீரிலிருந்து வெளியே எடுத்ததும் ஹைட்ரோஜன் சல்பைடு போல் நாற்ற மடிக்கிறது. உயிர்மப் பொருள்களின் நசிவால் இவ்வாறு ஏற்படு

கிறது. இந்த மண்ணிலுள்ள ஹைட்ரோஜன் சல்பைடும், இரும்பும் சேர்ந்து பெர்ரஸ் சல்பைடை—(ferrous sulphide) உண்டாக்கு கின்றன; இது அவ்வப்போது பைரைட் (pyrite) படிகங்களாகி வீழ்படிகிறது.

நீலமண் கலந்துள்ள பரப்பளவில் 1 சதவீதத்துக்குச் சமமான பரப்பளவில் சிவப்பு மண் (red mud) படிந்துள்ளது. இது அட்லாண்டிக்கில் அமேஜான் ஆற்றின் வாயின் எதிரிலும், பசிபிக்கில் யாங்ட்ஜீ ஆற்றின் (yongtze) வாயின் எதிரிலும் படிந்து உள்ளது. இந்த ஆறுகள் செம்மண் நிலத்தை அரித்து வருவதால் இம்மண் படிவு ஏற்படுகிறது என்பது கண்கூடு. இதன் சிவப்பு நிறம் பெர்ரிக் ஆக்ஸைடினுல் உண்டாகிறது. இதன் கூட்டமைப்பு மிகவும் மாறுபடுகிறது; சாதாரணமாக, இது நீல மண்ணை விடக் குறைவான களிமண் துணுக்குகளை உடையது (70 சதவீதம்வரை). இவற்றில் 60 சதவீதம் வரை கார்பொனேட்டாக உள்ள வகைகளும் காணப்படுகின்றன. இதில் எப்போதும் சிறிதளவு குவார்ட்ஸ் உள்ளது. நீலமண்ணைப் போல், இது கடல்வாழ் உயிர்களின் உடல்களை உடையது.

பச்சைமண் அல்லது மணல் (green mud) 180—2300 மீட்டர் ஆழம் வரை உள்ள கண்டச் சரிவின் மேல் பகுதிகளில் உள்ளது; இதன் பச்சை நிறம் க்ளாகோனைட் (glauconite) என்னும் கனிமத்தால் ஆனது; இது உயிர்ப் பொருள்களின் சிதையினுல் உண்டாகும் உயிர்மப் பொருள்களின் ஈடுபாட்டால் உண்டாகிறது. பச்சை மண் சிவப்பு அல்லது நீல மண்ணைவிட குறைந்த அளவு களிமண் துகள்களையே உடையது; இந்த அளவு 48 சத வீதத்துக்கும் அதிகமாக இருப்பதில்லை. இதற்கு மாறுகச் சுண்ணச்சத்து அதிகமாக உள்ளது; சிலபோது 50—60 சதவீதம் வரை சுண்ணச் சத்து உள்ளது. புவியியல் வரலாற்றில் எல்லாக் காலங்களிலும் கிளாகோனைட் படிவுகள் படிந்துள்ளன. ஆனுலும், இவை கிரிடேஷியஸ் காலத்திலும் அதன்பிறகும் தான் அடிக்கடி படிந்துள்ளன.

எரிமலைத் தீவுகளைச் சுற்றிலும் எரிமலை இயக்கமுடைய பகுதிகளை அடுத்துள்ள கடற்கரைப் பகுதிகளிலும் **எரிமலை, மணலும், மண்ணும்** காணப்படுகின்றன. எரிமலைகளால் உமிழப்படும் பொருள்கள் கடலடிப் படிவுகளுடன் கலந்து விடுவதுண்டு; இதனுல் கடலடிப் படிவுகள் மாசுறுவதாகச் சொல்லலாம்.

பவளத் திட்டுகள் அமைந்துள்ள தீவுகளிலோ தடைக்கரைத் திட்டுகளை உடைய நீண்ட கரைகளிலோ **பவளவய மணலும்,**

மண்ணும் காணப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, ஆஸ்டிரேலியா கண்டத்தின் கிழக்குக் கடற்கரையின் மிக நீண்ட பகுதியில் 'கிரேட் பேரியர் ரீப்' (Great Barrier Reef) எனப்படும் தடைக்கரைத் திட்டு உள்ளது. இவ் வகைப் படிவுகள் மிகுவெப்பப் பகுதியில் (tropical part) உள்ள பஸிபிக் கடல் அடித்தரையில் குறிப்பாகப் பேரளவில் காணப்படுகின்றன. பவள மண்ணில் பெரும்பங்கு சுண்ணவயப் பொருளாலானது; இதில் மிகச்சிறிதளவு களிமண் துணுக்குகள் கலந்துள்ளன.

ஆழ்கடல் பகுதியில் பெரும்பாலும் உயிர்மப் பொருள்கள் சேருவதால் படிவுகள் உண்டாகின்றன. இப் படிவுகளிலுள்ள கனிம மாசுகள் எரிமலைச் சாம்பலும் விண்வெளித்துகளுமே. குழை சேறுகள் (oozes) அவற்றில் மிகுதியாக உள்ள கடல்வாழ் உயிர்களின் பெயரையே (ஃபொராமினிபெரா, ப்டீரோபாட், டையாடம், ரேடியோ லேரியா) பெறுகின்றன.

சிவப்பு ஆழ்கடல் மண் (red abyssal mud): மாகடலின் மிக ஆழமான (4800—5,200 மீட்டர்) பகுதிகளில் உள்ளது. கண்டச் சரிவிலுள்ள (bathyal) சிவப்பு மண்ணைப்போல் அல்லாது இது மிகப் பரவலாகப் படிந்துள்ளது. இவை இரண்டும் சேர்ந்து நீலமண் பரவியுள்ள பரப்பைப்போல் நான்கு மடங்கு அதிகமான பரப்பைக் கவர்ந்துள்ளன. இந்த மண்ணின் நிறம் தெளிவான நல்ல சிவப்பு முதல் 'சகலெட்' நிறம் வரை மாறுபடும்; சில இடங்களில் நீல நிறமாகவும் இருக்கும். இது ஈரமாக உள்ளபோது மென்மையாகவும் குழைமத்தன்மை பெற்றும், உலர்ந்த பிறகு கடினமாகவும் நொறுங்கும் தன்மை பெற்றதாயும் உள்ளது. இது எரிமலைச் சாம்பல் நசிவதால் உண்டாகிறது; இதில் சிறிதளவு நிலம்-ஈன் துகள்களும் ஃபொராமினிபெரா, ப்ளேங்ட்டான்கள் ஆகியவற்றின் கரையாத எச்சப்பொருள்களும் சிறிதளவு அடங்கியுள்ளன. மாகடலின் சில பகுதிகளில் ரேடியோ லேரியன்கள், டையேடம்கள் ஆகியவற்றின் சிலிகாவய எலும்புக்கூடுகளும், ஆழ்கடல் மண்ணின் கூட்டமைவில் முக்கியப் பங்குகொள்கின்றன; இதேபோல் மேங்கனீஸ் திரளைக் கற்களும் (nodules) இங்குமங்கும் காணப்படுகின்றன.

மிகப் பரவலான பகுதிகளை எடுத்துக் கொண்டால் கடலியற் படிவுகள் பல படித்தான தன்மை உடையன. இப் படிவுகளின் படுகைவய, பாறைவய கூட்டமைவுகளும் இவற்றிலுள்ள உயிர்மவய மாசுகளின் அளவும், ஆழம், நீரோட்டங்கள், கரையிலிருந்து தூரம், நீரின் உவர்ப்புத் தன்மை போன்ற பல காரணக்

கூறுகளைப் பொருத்துள்ளன. பாறைகள் நிறைந்த கடற்கரைகளில் படிவுகள் பெரிய பாறைத் துகள்களாக உள்ளதைக் காணலாம். கடலினுள் செல்லச் செல்ல இவை நன்றாக உருட்சி பெற்ற கூழாங்கற்களாகவும், அதற்கும் உள்ளே குவார்ட்ஸ் துகள்கள் நிறைந்த மணல் படிவுகளாகவும் மாறுவதைக் காணலாம். இன்னும், கடலினுள் போகப் போக மணல் படிவுகள் களிமண்ணுக்கும் வண்டல் மண்ணுக்கும் இடம் கொடுத்துவிடுகின்றன.

இப் படிவுகள் ஒவ்வொன்றும் தனித்தனியான பாறைவயப் பண்புகளை உடையன. அதாவது, இவை தனித்தனியான படிவுப் படிநிலைகளில் (facies) உள்ளன. மேலே விவரித்த படிவுப்படி நிலைகளின் பரப்பீடு கடலியற்படிவுகளின் தனிக்கூறு ஆகும். ஆனால், புவிப்பொருக்கில் பிறழ்ச்சிகளை உண்டாக்கும் கண்ட வளர்ச்சி (epeirogenic) மாறுபாடுகள் நிகழ்வதால், ஒரே இடத்திலும் கூட காலப்போக்கில் படிவுப் படிநிலையில் மாறுபாடுகள் உண்டாவதுண்டு. ஒரு நிலப்பகுதி கடல்மட்டத்தின் அடியில் அமிழும் போது அதன் கடற்கரை நீருள் மூழ்கிவிடும். கடற்கரைப்பட்டை நிலத்தின் உட்பகுதியை நோக்கிச் செல்லும். இதனால், மிகப் பருவெட்டான படிவுகள் மெல்ல மெல்லக் கடல் போகும் திசையிலேயே நகர்ந்து செல்லும். முடிவில், பருவெட்டான படிவுகள் வரவரச் சன்னமான படிவுகளால் மூடப்படும் (படம் 83). இதற்குக் கடல் கோப்பு (நிலக் கவர்வு) வகைப்படிவு வரிசை (transgressive series) என்று பெயர். ஏனெனில், கடலின் ஒரு பகுதி ஆழமாவதால் கடல் நிலத்தின் மேல் தடம் மீறிச் செல்வதுபோல் தோன்றுகிறது.



படம் 83. கடல் நிலத்தின் மேல் மீறிச்செல்வதால் ஏற்படும் படிவு நிலைகள்.

1. சரளை; 2. மணல்; 3. களி; 4. சுண்ணப் பாறை

கடல் பின்வாங்கும்போது இதற்கு நேர்மாறாக நிகழ்கிறது. பருவெட்டான படிவுப் பொருள்கள் கடல் செல்லும் திசையில் நகரும்; ஆகவே, அவற்றைவிடச் சன்னமான படிவுகளின்மேல் படியும். இந்தவகையில் அடிப்படலங்கள் மிகவும் சன்னமாகவும், மேல்படலங்கள் மிகவும் பருவெட்டாகவும் உள்ளன. இதற்குப் பின்வாங்கு படிவுகள் (regressive) என்று பெயர்.

புவிப்பொருக்கில் மீண்டும் மீண்டும் நிகழும் உருவமாற்றங்களுடன் கடல் நிலத்தின் மேல் மீறிச் செல்வதும் பின்வாங்குவதும் கூடவே நிகழக்கூடும். இதனால் ஒருவகையான படிநிலையிலுள்ள படிவுகள், மற்றொரு வகையான படிநிலையிலுள்ள படிவுகளின்மேல் உள்ளதுபோல் மாறி மாறிப் படியக்கூடும்.

நெடுங்காலப் போக்கில், கடலின் ஆக்க வேலைகளும் அழிவு வேலைகளும் சேர்ந்து கடற்கரைகளின் உருவத்தையே மாற்றிவிடுகின்றன. கண்டங்களை அரித்து மழுக்குவதாலும், கடற்குழிவுகளில் படிவுகளைப் படியவைப்பதாலும் புவிப்பரப்பின் புடைகூறுகளைச் சமமாக்கி விடுகின்றன. கடல்களில் பாறைப்பொருள்கள் சேருவது காலம் தொடங்கியபோதே தொடங்கியது. இன்று இப்பாறைகள் தடிப்பான படிவு வரிசைகளாகப் புவிப்பொருக்கின் மேல் பகுதிகளாக உள்ளன.

ஏரிகள் சதுப்பு நிலங்களின் நிலப்பொதியியல் வேலை

ஏரிகள் : ஏரிகள் கண்டங்களின் மேலுள்ள நீர்ப்படலங்கள். இவை நேர்முகமாகக் கடலில் கலப்பதில்லை. ஏரியின் நடுப்பகுதி பெரும்பாலும் ஆழமாக உள்ளது; இதில் கரைவிலகிய பகுதிகளில் தாவரங்கள் வளரமுடியாது. ஏரிகள் ஒரு சதுர கி. மீட்டருக்கும் குறைவான பரப்பு முதல் காஸ்பியன், அரால்போன்ற கடல்களைப் போல் பல பத்து அல்லது நூறு ஆயிர சதுர கி. மீ. வரை பரப்பு உடையனவாகவும் இருக்கின்றன.

ஏரிகளாக நீர் தங்கியுள்ள குழிவுகள் பல காரணங்களால் உண்டாகின்றன. பல ஏரிகள் பண்டைய பனியாறுகளால் வெட்டப்பட்ட குழிவுகளில் உள்ளன. எடுத்துக்காட்டாக, பைகால் (Baikal) இஸ்ஸிக்-குல் (issyk-Kul) போன்ற சில பேசின்கள் மிக ஆழமான பிளவிடைப் பள்ளங்களில் (graben) உள்ளன. மலைப்பாங்கான பகுதிகளில் ஆறுகளின் குறுக்கே பாறைகள் விழுந்து தடையாக அமைவதால் ஏரிகள் உண்டாகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, பாமிர் பகுதியில் ஸாரஸ் (Sarez). யாஷிக்-குல் (Yashik-Kul) ஆகிய ஏரிகளைச் சொல்லலாம். தணிந்துவிட்ட எரிமலை வாய்களிலும், கரைசல் குழிவுகளான 'கார்ஸ்ட்' பள்ளங்களிலும் ஏரிகள் அமைவதுண்டு.

புவிப் பரப்பில் 6.1 சதவீதம் ஏரிகளாக உள்ளது. இவற்றிலுள்ள நீரின் ஆட்சியும் (regime) கனிம அளவும் வெப்பதட்ப நிலையைப் பொருத்துள்ளன.

சில ஏரிகளின் உவர்ப்புத்தன்மை அளவை (சதவீதம்) கீழே காணலாம் :

காஸ்பியன் கடல் 1.6

அரால் கடல் (Aral sea) 1.08

டெட் கடல் (Dead sea) 23.7

ஸாகி ஏரி (Saki) 27.1

எல்டன் ஏரி (Elton); பாஸ்குஞ்சக் (Baskunchak) 28.42. நீரின் ஆட்சியைப் பொருத்து ஏரிகளை இரண்டு வகுப்புகளாகப் பிரிக்கலாம் :

1. ஓடும் நீர் ஏரிகள். இவற்றின் நீர் ஆறுகளில் இருந்து வருகிறது. இவை மற்ற நீர்த் தேக்கங்களுக்கும் ஆறுகளுக்கும் நீரைத் தருகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, லடோகா (Ladoga), பைகால் (Baikal) ஏரிகள்.

2. வடிகால்கள் இல்லாத ஏரிகள். இவை ஆறுகளிலிருந்து நீரைப் பெறுகின்றன. ஆனால், ஆவியாதல் மூலமாக மட்டுமே நீரைச் செலவிடுகின்றன. காஸ்பியன் ஏரி, வோல்கா, யுரால், குரா, தெரெக் (Terek) போன்ற பெரிய ஆறுகளிலிருந்து நீரைப் பெறுகிறது. அரால் கடல் ஸைர்-தரியா (Syr-Darya), அமு-தரியா (Amu-Darya) ஆகிய ஆறுகளிலிருந்து நீரைப் பெறுகிறது. இல்லி (Ili) ஆறு பல்காஷ் (Balkhash) ஏரிக்கு நீரை வழங்குகிறது. இசைக்-குல் (Issyk-Kul)ஏரிக்கு காரகோல்கா (Karrkolka) மற்றும் சிறு ஆறுகள் பல நீரை வழங்குகின்றன.

மேலே குறிப்பிட்ட இரண்டுவகை ஏரிகளும் மிகவும் மாறுபட்ட நிலப்பொதியியல் முக்கியத்துவங்களை உடையன.

ஓடும் நீர் ஏரிகள் ஆறுகளால் கொண்டுவரப்படும் படிவுகளைப் பெறுகின்றன. இவை வண்டலில் நிறப்பப்படும் விதம் அவற்றின் அளவையும் ஆழத்தையும் பொருத்தது. ஆழமற்ற ஏரிகளில் வழக்கமாகப் பருவெட்டான கனிமப் பொருள்களே சேருகின்றன; சன்னமான வண்டலை வழிந்தோடும் ஆறுகள் எடுத்துச் சென்று விடுகின்றன. ஆனால், பெரிய ஏரிகளிலிருந்து வெளியே பாயும் நீர் பெரும்பாலும் தெளிவாகவே உள்ளது. பைகால் ஏரியிலிருந்து வெளியே ஓடும் அங்காரா (Angara) ஆறு இதற்கு எடுத்துக்காட்டு. இதன்நீர் கோடைக் காலத்திலும் குளிர்காலத்திலும் ஒன்றுபோல்

தெளிவாகவே உள்ளது. சிறிய ஆழமற்ற குழிவுகள் பெரிய ஆழமான ஏரிகளைவிட விரைவில் உகு பொருள்களால் தூர்ந்து விடுகின்றன. வண்டல் படிதல் உள்ளே வரும் ஆறுகளில் வாய்ப்பகுதியிலும் கரையோரங்களிலும் அதிக விரைவில் நடைபெறுகிறது என்பதை மறக்கக் கூடாது.

கடல்களிலும், மாகடல்களிலும் உள்ளதைப் போலவே ஏரிகளில் நீர் அலையலையாக அசைகிறது. ஆனால், பொங்கோதம் இருப்பதில்லை. அமைதியான வானிலை நிலவும்போது சில பெரிய ஏரிகளில் காற்று மண்டல அழுத்தத்தில் ஏற்படும் மாறுபாடு நீர் மட்டத்தில் மாறுபாட்டை உண்டாக்குவதைக் காணலாம். ஒரு கரையின் நெடுகிலும் நீர்மட்டம் உயரும்போது மறுகரையின் நெடுகிலும் தாழ்வதைக் காணலாம். இவ்வாறு ஏரிகளில் நீர் மட்டம் மாறுபடுவதற்கு 'சைசெஸ்' (Seiches), என்று பெயர்.

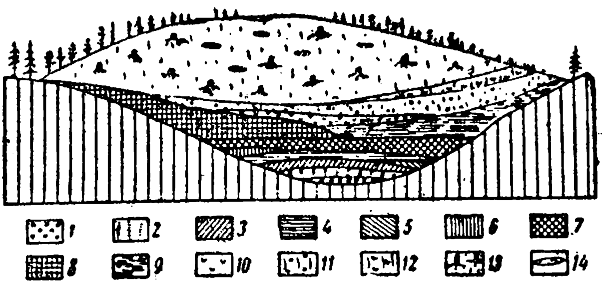
சில ஏரிகளில் 3-4 மீட்டர் உயரமுள்ள அலைகள் இயங்குகின்றன. கடல்களில் உள்ளதைப் போலவே இவை கரையிலுள்ள முனைப்பான பகுதிகளை அரிக்கின்றன. அரிக்கப்பட்ட பொருள்கள் கடத்திச் செல்லப்பட்டு வகைப்படுத்தப்படுகின்றன. (படம் 84). சோவியத் யூனியனில் ரைபின்ஸ்க் (Rybinsk), ட்ஸிம்லையான்ஸ் கோயி (Tsimlyanskoye), குய்பைஷெவ் (Kuiby-shev), மற்றும் மனிதனால் உண்டாக்கப்பட்ட கடல்களிலும் அலை அரிப்பு முக்கியமாக உள்ளது. இவ்வாறு அடிக்கடி கரையிலுள்ள கட்டடங்கள் சிதைக்கப்படுகின்றன. இதனால் நீர்த் தேக்கங்களின் கரைகளில் காணப்படும் அரிப்பை மிகவும் கூர்ந்து ஆய்கின்றனர்.



படம் 84. 'கிப்பினி'யில் உள்ள 'இமாண்ட்ரா' ஏரியின் கரையில் கடற்கரை மணல்தடைகள்.

ஓடும் நீர் ஏரிகளின் ஆழமற்ற நீர்ப்பகுதிகளில் நீர்த் தாவரங்கள் வழக்கமாகச் செழிப்பாக வளர்ந்து மூடிக்கொள்கின்றன. இத்தாவரங்கள் மடிந்து விழுந்து அடித்தரையை அடைந்து அங்கு செழிப்பான காளான் பாசி வகைகளை வளரச் செய்கின்றன. கனிமப் பொருள்களும் உயிர்ம வண்டல் பொருள்களும் கலந்தவாறு உள்ள ''சேப்ரோபெல்'' (Sapropel), எனப்படும் அழுவக் குழைசேறு ஒன்று இவ்வாருக ஏரிகளின் அடியில் உண்டாகிறது. வண்டல் படிவால் ஏரியின் ஆழம் குறையக் குறைய அதில் தாவர வளர்ச்சி அதிகரித்துக்கொண்டே செல்லும். நீர்ப்பரப்பு குறைந்து கொண்டே வரும்; முடிவில் ஏரிமுழுவதும் 'பீட்' (peat) எனப்படும் தாவரக் கசட்டுப் பொருள்களால் மூடுண்டு போய் விடும்.

ஓர் ஏரியிலுள்ள தாவர வளர்ச்சியின் தன்மை காலத்துக்கு ஏற்ப மாறுபடும். இதனுல்தான் அழுவத்தில் (bag), (படம் 85). கீழ்ப்படலங்களிலிருந்து மேல்படலம் வரை 'பீட்' பொருளின் கூட்டமைவு மாறுபடுகிறது. இத் தாவரவளர்ச்சி முதலில் நாணல் (rushes) வகையாகவும், குதிரைவால்கள் எனப்படும் (equiseta) வகையாகவும், பிறகு கோரைப்புல்லாகவும் (sedge), பிறகு மரங்களாகவும் (wood), முடிவில் பாசியாகவும் உள்ளன. ஏரிக்கு நீர் ஊட்டும் ஆறுகளும் நிலநீர்களும் இரும்பு மேங்கனீஸ் உப்புகளைப் பெற்றிருந்தால் ஏரியின் தரையில் சிலபோது இரும்பு மேங்கனீஸ் தாதுக்கள் படிகின்றன.



படம் 85. தாவர வளர்ச்சி அதிகமானதால் மூடுண்டு போய் அழுவமாகிவிட்ட ஏரியில் படிவு அமைப்பு.

1. நன்னீர் சுதைமண்; 2. சக்கை நிலக்கரியின் அழுவக்குழை சேறு; 3. தாவரக் குழை சேறு; 4. விழல் (reeds); 5. நாணல் (rushes); 6. குதிரை வால் புல் (equise ta); 7. கோரை (sedge); 8. கோரைக்கட்டை (sedge-willow); 9. காடு; 10. ஹிப்நேசியே (hypnaceae); 11. வெல்டு (weld) மஞ்சள் சாயம் தரும் செடி வகை (weld wignonette sphagnum); 12. பஞ்சுப் புல்—ஸ்பேக்னம்; 13. ஸ்பேக்னமும் பைன் தண்டுகளும்; 14. ஸ்பேக்னம் பரப்பின் மேல் பாசி.

ஆவியாதலினுல் வழிக்கால்கள் இல்லாத ஏரிகளின் நீரில்உள்ள உப்புச் சத்து அதிகரிக்கிறது. ஆற்றுவாய்களில் இருந்து தூரம் செல்லச் செல்ல உவர்ப்புத் தன்மை அதிகரிக்கும். உள்ளே பாயும் ஆறுகளின் நீரின் கனிமக் கூட்டமைவைப் பொருத்து ஏரியின் தெவிட்ட நிலையில் உள்ள உவர்ப்பு நீர்கள் பாறை உப்பையும் (halite) மிராபிலைட் (Mirabilite), க்ளாபரைட் (Glauberite), சோடியம் கார்பொனேட், மற்ற உப்புகள் ஆகியவற்றையும் வீழ் படியச் செய்கின்றன. இவ்வகை ஏரிகள் வேதியியத் தொழில் துறைகளுக்குத் தேவையான கச்சாப் பொருள்களை அளிப்பதால் முக்கியத்துவம் பெறுகின்றன.

அழுவங்கள் (swamps) : மழை நீர் மண்டிக்கிடக்கும் சதுப்பு நிலங்களில் உள்ளன. சிலபோது இது ஒரு பருவகாலத் தோற்றப் பாடாக உள்ளது. ஆனல், எப்போதும் உள்ள அழுவங்களும் உள்ளன. இரண்டு ஆறுகளுக்கு இடையே உள்ள மேட்டு நிலத்தி லுள்ளதுபோல், மழை பொழிவால் மட்டுமே நீர் கிடைக்கப் பெற் ருல் ஆற்று நீரோ நிலநீரோ எட்டாதவாறு உள்ளதால் மண்ணில் கனிம உப்புகள் மிகக் குறைவாக உள்ளன. இத்தகைய அழுவங் களில் தனிப்பட்ட பாசி வகைகள் (sphagnum, polytrichacae) வளர்கின்றன; இவற்றில் கனிமச் சத்து மிகக் குறைவாக உள்ளது. இந்த அழுவகைத் தாவரக்கசடு உயர் வெப்ப அளவும் (கெலோரி) தாழ்ந்த சாம்பல் அளவும் கொண்ட நல்ல ''பீட்''டாக மாறு கிறது.

ஆற்றுப் பள்ளத்தாக்குகளிலும் கூட 'பீட்' குட்டைகள்(bogs) உண்டாகின்றன. ஆனல், அங்குள்ள அழுவங்கள் நீரை மூன்று வழிகளில் பெறுகின்றன: மழை பொழிவு, ஆறுகள், நிலநீர். இந்த அழுவங்களில் உப்பு அளவு அதிகமாய் உள்ளது; இதிலுள்ள தாவரங்கள் நாணல், கோரை, புதர்கள் ஆக உள்ளன. ஆகவே, இதில் உண்டாகும் 'பீட்' அதிக அளவு சாம்பலையும், குறைந்த வெப்ப அளவையும் உடையதாக உள்ளது. இத்தகைய தாழ்நிலை அழுவங்களில் அழுவ இரும்புத் தாதுகள் உண்டாகின்றன.

ஆற்று இடைப்பகுதியிலும், தாழ் நிலைகளிலும் உள்ள பீட் அழுவங்கள் நீண்ட நிலப்பொதியியல் காலத்தின் போக்கில் நிலக் கரிப் படிவுகளாக மாறுகின்றன. ஆக்ஸிஜன் இல்லாத நிலையில் தாவரங்களின் கரி கார்பன்டை ஆக்ஸைடாக மாறுவதில்லை. (வெட்ட வெளியில் இருந்தால் மரம் சிதைவுறும்). அதற்கு மாருக அது அப்படியே பாதுகாக்கப்படுகிறது. இதனல் பீட் மெல்ல பழுப்பு நிலக்கரியாகவோ (lignite) கடினமான நிலக்கரியாகவோ மாறுகிறது.

மனிதனின் நிலப்பொதியியல் வேலை

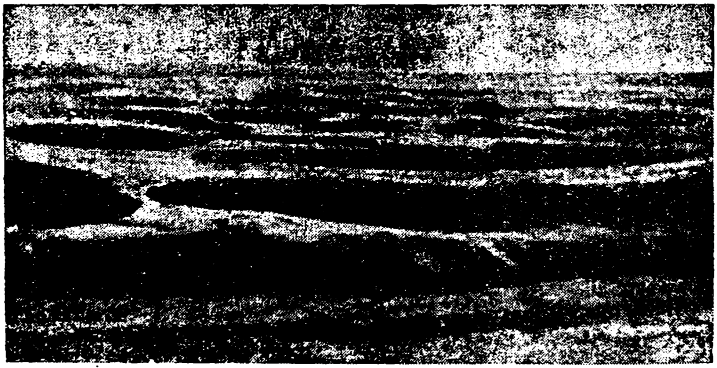
மனிதனின் நிலப்பொதியியல் வேலை முக்கியமாக மூன்று விதமாக நடக்கிறது. முதலாவதாக வேளாண்மை. மனிதன் நிலத்தின் மேற்பரப்பில் பெரும்பகுதிகளை உழுது உரமிட்டு பயிர் செய்வதால் மண்-ஆக்கு செயல்முறைகளை ஊக்கப்படுத்துகிறான். மேலும், மனிதன் பயிர்த்தொழில் செய்யப் பல வழிமுறைகளைக் கையாள்கிறாள். எடுத்துக்காட்டாக, சில பகுதிகளில் மண்ணினுள்ள நீரை வடித்து விடுகிறான். மற்றப்பகுதிகளில் நீரை அதிகமாகப் பாய்ச்சி நீர் தேங்கி நிற்கும்படிச் செய்கிறான். இதனால் உகலியக்கச் செயல்முறைகள் விரைவாக்கப்படுகின்றன.

இரண்டாவதாக, நிலத்தின் செல்வங்களான கனிப்பொருள்களை வெட்டி எடுத்துப் பயன்படுத்தும் நிலப்பொதியியல் வேலையைக் கூறலாம். நிலக்கரி, பெட்ரோலியம், மற்ற கனிமங்கள் ஆகிய இயற்கைப் பொருள்களைத் தோண்டி எடுக்கும் வேலைகள் புதிய புதிய இடங்களுக்குப் பரவுவதோடு அதிக ஆழங்களையும் அடைந்துள்ளன. கனிப்பொருள்கள் என்று பொதுவாகக் கூறப்படும் இச்செல்வங்கள் எங்கும் காணப்பட்டாலும், அவற்றின் பொருளாதார முக்கியத்துவம் இடத்துக்கு இடம் மாறுபடுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, சில இடங்களில் 'பீட்' படிவுகள் நிலமேற்பரப்பிலேயே கிடப்பதையும் மற்ற இடங்களில் நிலக்கரிப்படிவுகள் மிகுந்த ஆழங்களில் இருப்பதையும் காணலாம்.

மனிதன் நிலக்கரிப் படிவுகளை எடுக்க ஆழமான சுரங்கங்களை வெட்டுகிறான். நிலத்தைப் பல வழிகளில் குடைந்து சென்று நிலக்கரியை நிலத்தின் உள்ளிருந்து மேலே கொண்டுவருகிறான். நிலக்கரியை வெட்டி எடுத்த பிறகு அச்சுரங்கப்பகுதிகளின் மேற்பரப்பு உள்ளே அழுந்திப் பெருங்குழிகளாகக் காட்சியளிக்கிறது. சுரங்க வழிகளினுள் காற்று, நீர், ஆவிகள் எல்லாம் புகுந்து சாதாரணமாக இயங்காத ஆழப்பகுதிகளிலும் உகலியக்கத்தை ஊக்குவிக்கின்றன. சுரங்க வாய்களின் வெளியே உள்ளிருந்து கொண்டு வரப்பட்ட கசட்டுப்பாறைப்பொருள்களைக் (barren rock) கொட்டி வைப்பதால் மனிதன் நிலமேற்பரப்பிலும் நிலத்தின் உள்ளேயும் இருக்கும் நிலைமைகளை மாற்றிவிடுகிறான். சுரங்க வேலைகளால் ஏற்பட்ட குழிவுகளின் மேல் நிலப்பரப்பு நிலைகுலைந்து உள் அழுந்திப் பள்ளமும் மேடுமாக மாறிவிடுகிறது (படம் 86).

மண்ணெய், நிலவாயு ஆகியவற்றுக்காக மனிதன் துருவுதுளைகளை இடுகிறான்; இவற்றில் சில ஐந்து அல்லது ஆறு கி.மீ. ஆழம்

வரை சென்றுள்ளன. இத்தகைய செய்கைகளினுல் மனிதன், சாதாரணமாக, மிக மெதுவாக நிகழும் அல்லது இயற்கையாக நிகழமுடியாத பல தொடர்ச்சியான புதிய செயல்முறைகளைத் தோற்றுவிக்கிருன். பெருமளவு மண்ணெய்யை (petroleum) வெளியேற்றிவிட்ட பிறகு மேற்பரப்புப் படலங்கள் உருக்குலைந்து விடுவதுண்டு. இரும்பு, செம்பு, வெள்ளீயம், ஈயம், மற்ற உலோகங்கள் ஆகியவற்றின் தாதுப் படிவுகளை வெட்டி எடுப்பதால் புவிப்பரப்பு மிகவும் மாற்றப்படுகிறது. இவற்றை:வெட்டி எடுக்க மனிதன் ஆழமான சுரங்கங்களை ஏற்படுத்துகிருன். இவ்வாருக மனிதன் புவிப்பொருக்கின் 'வாழ்வில்' குறுக்கிடுகிருன்.



படம் 86. பாழடைந்த நிலக்கரி வயலில் அமிழ் குழிவுகள்.

மூன்ருவதாக, மனிதன் நிலமேற்பரப்பிலும் நிலத்தின் உள்ளும் கட்டட வேலையில் ஈடுபடுகிருன். உயரமான கட்டடங்களையும், பெரிய ஆலைகளையும், தொழிற்சாலைகளையும் கட்டுவதற்கு ஏற்ப ஆழமான கடைக்கால்களை அமைக்கிருன். நகரங்களின் அடியிலும் மலைகளின் உள்ளும் குடைவுப் பாறைகளை அமைக்கும்போது இன்னும் ஆழமாக நிலத்தைக் குடைகிருன்.

கனிமங்கள் இயற்கையில் உண்டாகப் பல்லாயிரக்கணக்கான ஆண்டுகள் பிடித்தாலும் அவற்றை மனிதன் தன் வேலைகளால் எவ்வளவு விரைவாகப் பரப்பிவிடுகிருன் என்பதே அவனுடைய நிலப்பொதியியல் வேலையை உணர்த்த வல்லது. மனிதனின் அறிவு வளர வளர, இயந்திரங்களின் வளர்ச்சி அதிகமாக ஆக மனிதனின் நிலப்பொதியியல் வேலைகளும் தீவிரமாகிக் கொண்டே செல்கின்றன.

இருமாற்ற ஆக்கம் (Diagenesis)

நிலத்தின் மேலேயோ, குழிவான பேசின் பகுதிகளின் அடித் தரையிலோ, பௌதிக, வேதிய, மற்றும் உயிர்மவய நசிவுப் பொருள்கள் சேர்ந்துகொண்டே வருவதால் படிவு அமைவுகள் உண்டாகின்றன; படிவுப் பொருள்கள் எப்போதும் ஒரு நிலையில் இருப்பதில்லை. கடலியல் அல்லது நிலவியல் (continental) ஆக்கப் படிவுப் பாறைகளை நம் கண் முன்னால் படியும் நீர்வய அல்லது தரையியல் வயப் (terrestrial) படிவுகளுடன் ஒப்பிடும்போது படிவுகள் படிந்த பிறகு ஏற்படும் மாறுதல்களால் விளையும் குறிப் பிடத்தக்க அமைப்புக் கூறுகளைக் காணலாம். சூழ்நிலைகளுடன் சேர்ந்து கிளர்வுறும்போது படிவுப் பொருள்களில் பௌதிக, வேதியிய, உயர்வேதியியச் செயல் முறைகளால் உண்டாகும் மாறு தல்களால் இவ்வாறு ஏற்படுகின்றன. இம்மாறுதல்களில், கரைப்பு, மீண்டும் படிகமாதல், கணுக்கற்கள் உண்டாதல், நிலக்கரி உண் டாதல், ஆகிய பலவும் உள்ளடங்கியுள்ளன. இவற்றைப் பொதுவாக இருமாற்ற ஆக்கம் (diagenesis) என்று குறிப்பிடுவர்.

இருமாற்ற ஆக்கத்தில் வேதியியல் கிளர்வுகளும், பேக்டீரியா போன்ற உயிர்மங்களின் செயல்மையும் மிக முக்கியப் பங்கு ஏற் கின்றன. இச்செயல் முறைகளினால் படிவுப் பொருள்கள் பெரு மளவுக்கு மாறுதல்களை அடைந்து மெல்லப் பாறைகளாக மாறு கின்றன.

கரைப்பு (dissolution); இச்செயல் முறை ஒரு பேசினின் தரை யிலுள்ள ஒரு படிவு வரிசை முழுவதையோ அல்லது மேற் படலத்தை மட்டுமேயோ தாக்கக்கூடும். கேல்ஷியம் கார்பொ னேட்டாலான எளிதில் கரையக் கூடிய எலும்புக் கூடுகளையுடைய உயிர்மங்கள் இறந்த பிறகு கடலடியை நோக்கி மூழ்கிச் செல்லும் போது ஓரளவுக்குக் கரைக்கப்படுகின்றன. அவை வாழும்போது ஒரு வித அங்ககப் போர்வை இவற்றைக் கரைப்பிலிருந்து பாது காக்கிறது.

பல நன்னீர் சிப்பி வகைகள் (mollusks) சாதாரணமாகக் குளத்தில் முன்பல்லில்லாத உயிர் வகைகள் (edentata) ஆகிய வற்றின் ஓடுகள் 'கைடுன்' (chitin) எனப்படும் பொருளாலான கவசத்தால் மூடப்பட்டுள்ளன. இவையும் உயிர்கள் இறந்த பிறகு கரைக்கப்பட்டு விடுகின்றன.

சங்கு போன்ற (conchite) கிளிஞ்சல் வகைகள் மற்றவற்றை விட விரைவாகக் கரைகின்றன; கேல்சைட்டால்ஆன கிளிஞ்சல்

களும் நீரில் எளிதில் கரைவதில்லை. கடல்வாழ் முதுகெலும்புடைய உயிர்களின் பிண்டங்கள் (remains) மிக வெற்றிகரமாகக் கரைப்பை எதிர்க்கின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, மீன்களின் காதுப் பகுதியும், சுறுமீனின் பல்லும், ஆழ்கடல் அடியில் தூர் வாறும்போது கிடைக்கின்றன, ஆனால், எலும்புக் கூட்டின் மற்ற பகுதிகள் அடையாளம் இல்லாமல் கடல்நீரில் கரைந்து விடுகின்றன. உயிர்மங்களின் சிலிகா வயமான எலும்புக் கூடுகள் கரைய நெடுங்காலம் பிடிக்கிறது. இவை விழுந்து சேர்ந்து கொண்டே வருவதால் சிலிகாவயப் படிவுகள் உண்டாகின்றன.

மறு படிகமாதல் (recrystallisation): கரைக்கப்பட்ட கனிமங்கள் மறுபடிகமாதல் இருமாற்ற ஆக்கத்தின் ஒரு செயல்முறையாகும். வடி நிலங்களின் (basins) ஆழத்தரையிலுள்ள படிவுப் பொருள்கள் கனிம மற்றும் உயிர்மப்பொருள்களின் துணுக்குகளைப் பெற்றுள்ளன. இருமாற்ற ஆக்கம் நடைபெறும்போது படிவுப் பொருளில் உள்ள உயிர்மப் பொருள்கள் பல புதிய கூட்டுப் பொருள்களாக மாறுகின்றன. இம் முறையில்தான் சுண்ணக் குழைசேறு சுண்ணப் பாறையாக மாறுகிறது;

'கெய்ஜ்' (gaize) எனப்படும் சிலிகா சத்து மிகுந்துள்ளபாறை கடற் பஞ்சின் (sponge) முட்களும், (spiunles) 'டையாடம்' ஓடுகளும், மற்றவையும் கடல்தரையிலுள்ள படிவுகளிலிருந்து கரைக்கப்படுவதால் உண்டாகிறது. கரைக்கப்பட்ட பொருள்கள் உபலம், சால்ஸிடொனி, ஆகிய கனிமங்களாகவோ நொறுங்கல் படிவுப் பொருள்களைப் பிணைக்கும் காரைகளாகவோ உயிர்மங்களின் உள்ளே இருக்கும் உட்புழைகளைத் திணிக்கும் பொருள்களாகவோ படிகின்றன.

சிலபோது மீண்டும் படிகமாகும் செயல் மிகவிரைவாக நிகழ்வதுண்டு. எடுத்துக்காட்டாக, பவளத் திட்டுகளின் இருமாற்ற ஆக்கத்தின்போது அவற்றின் உயிர்ம அடிப்படை படிகவயச் சுண்ணச்சத்தால் (limestone) திணிக்கப்படுகிறது. இதே போல் மீண்டும் திண்மச் சுண்ணப் பாறையாக மாறுவதைத் திட்டுகளைக் கட்டும் சுண்ணவய ஆல்காக்களிடையேயும் காணலாம்; இவற்றில் உயிர்ம அமைப்பின் சாயலையும் காணமுடிவதில்லை; உயிர்வயப் படிவுகள் வெகு விரைவில் படிகவய சுண்ணப் பாறைகளாக மாறுவதற்கு, ஆல்காக்களின் உயிர்மப் பொருள்கள் நசிவடையும்போது வெளியேறும் கார்பன்டை ஆக்சைடே மிகமுக்கியக் காரணமாகும். கார்பன்டை ஆக்சைடு மிக விரைவில் சுண்ணச் சத்தைக் கரைக்கிறது; இது கார்பன்டை ஆக்சைடு ஆவியான பிறகு படிக உருவில் வீழ்படியாகிறது.

கணுக்கற்களின் தோற்றம் (formation of concretions) : பாறைகள் கரைந்து மீண்டும் படிகமாகும்போது சுளேபோன்ற பிரிவுடைய (septarian) கணுக்கல் (nodule) அல்லது கணுமுடிச்சுக் கற்கள் (concretions) அடிக்கடி உண்டாகின்றன. இவை கணு முடிச்சுகள் முதல், கோளம், நீள்கோளம், குமிழ்க்குவை உருவம் (botryoidal), இலைத்தளிர் வடிவம் (dendritic) ஆகியவடிவங்களில் உள்ளன. அடிக்கடி கணுக்கற்கள் ஒன்றின்மேல் ஒன்றாக உள்ள சூழ்படலங்களால் ஆகியுள்ளன. இவை சாதாரணமாகக் கனி மத்துகள் அல்லது கிளிஞ்சல் ஓட்டுத் துண்டு போன்ற ஏதாவது படிகமாக்கக் கருமையத்தைச் சூழ்ந்து வளர்கின்றன.

களிமண்வய அல்லது சுதைமண்வயப் (Marl) படிவிலுள்ள சுண்ணவயக் கணுக்கற்கள் இதற்கு எடுத்துக்காட்டு. பெர்ரஸ் கார்பொனேட், பேரியும் கார்பொனேட், சிலிகா, சுண்ண பாஸ்பேட் ஆகியவற்றின் கணுக்கற்கள் அடிக்கடி கிடைக்கின்றன. பாஸ்போரைட்டுகள் (phosphorites) எனப்படும் சுண்ண பாஸ்பேட்கணுக்கற்கள் வேதியியல் தொழிற் துறைக்கு வேண்டிய முக்கிய கச்சாப் பொருள்; இது முக்கியமாக சூபர்பாஸ்பேட்டு எனப்படும் உரம் தயாரிக்கப் பெரிதும் பயன்படுகிறது.

கணுக்கற்கள் அடிக்கடி உட்புழைகளையுடையன. இவை பெரும்பாலும், கேல்சைட், குவார்ட்ஸ், பைரைட் அல்லது ஏதாவது படிகங்களால் நிரப்பப்பட்டிருக்கின்றன; இவற்றை 'ஜீயோடு' (geode - நிறைபொந்து) என்பர்.

டோலொமைட் வயமாக்கல் (Dolomitisation): டோலோமைட் உண்டாவது மறு ஆக்கத்தின் ஓர் வெளிப்பாடு. கடல் நீரிலுள்ள மெக்னீஷியம் குளோரைடு, கேல்ஷியம் கார்பொனேட்டுடன் கிளர்வுறும்போது, மெக்னீஷியம் கார்பொனேட்டாகிறது என்று நம்பப்படுகிறது; இம்முறையில் எளிதில் கரையும் கேல்ஷியம் கார்பொனேட்டு நீரோட்டத்தால் எளிதில் அடித்துச் செல்லப் படுகிறது. உயிர்மச் செயல் முறைகளும் ஒரு விதத்தில் இல்லா விட்டாலும் மறு விதத்தில் சுண்ணப் பாறைகளை டோலொமைட் வயமாக்குவதற்கு உதவுகின்றன. உயிரோடிருந்தபோது இம்மி அளவுகளில் மட்டுமே மெக்னீஷியத்தைப் பெற்றிருந்த சில புதை படிவக் கிளிஞ்சல் ஓடுகளில் 43 சதவீதம் வரை டோலொமைட் உள்ளதைக் காணலாம். புதை படிவச் சுண்ணப் பாறையில் டோலொமைட்வயமாக்கச் சுழல் (cycle) மிக நீண்ட காலம் எடுத்துக்கொள்கிறது என்பதை இது காட்டுகிறது.

சிலிகேட்டுகளின் சிதைவு (decomposition of silicates): கடல் நீரின் கிளர்விஞல் சிலிகேட்டுகள் நசிவடைகின்றன. 4000 மீ. ஆழத்தில் கடல்-தரை சிவப்பு மண்ணுல் போர்த்தப்பட்டுள்ளது; இது சிலிகேட்டுகளின் சிதைவால் உண்டான பொருள். இது எரிமலேவய அல்லது விண்வெளித்துகளாகக் கடலடியை அடைகிறது.

சிவப்புக்களி பெரும்பாலும் இரும்பு அதிகம் உள்ள நீர்வய சிலிகேட்டுகளால் ஆனது; இதில் பெருமளவு மற்ற கனிமங்களும், சிலிகாவய உயிர்மப்பிண்டங்களும் கலந்துள்ளன. இக்களிமண்ணில் 1 சத வீதத்துக்கும் குறைவான சுண்ணச் சத்தே உள்ளது. இதில் காணப்படும் பல விதமான கணுக்கற்கள் பெரும்பாலும் மேங்கனீஸ் ஆக்சைடுகளால் ஆனவை; இவை எரிமலேத்துகள் மேங்கனீஸ் கணுக்கற்களில் அயச்சத்தும் உள்ளது.

பேக்டீரியாவின் செயல்மை (Role of bacteria): கடலடித்தரையில் எங்கெல்லாம் பேக்டீரியாவும் செயல்படுகிறதோ, அங்கெல்லாம் சிறப்பாக உயிர்மப்பொருள்கள் விரைவாக நசிவடைகின்றன. உயிர்மப் பொருள்களின் கூட்டணுக்கள் (molecules) கார்பன், ஆக்சிஜன், ஹைட்ரோஜன், ஹைட்ரோஜன், கந்தகம், பாஸ்பாரஸ். இரும்பு, மற்றும் சில கனிமங்கள் ஆகியவற்றுல் ஆனவை. நீர், கார்பன்டை ஆக்ஸைடு, சைட்ரோ கார்பன், அம்மோனியா, ஹைட்ரொஜன் சல்பைடு, ஹைட்ரொஜன் பாஸ்பேட்டு மற்றும் பல தனிமங்கள் பங்கு கொள்ளும் இரட்டைக் கூட்டுப் பொருள்கள் பேக்டீரியாவின் உதவியால் உயிர்மப் பொருள்கள் சிதைவடையும்போது உண்டாகின்றன. இக் கூட்டுப்பொருள்கள் எளிதில் நீரில் கரைகின்றன; இவை எதிர்ப்படும் கனிமங்களேத் தம் விளேவாட்சிக்குட்படுத்துகின்றன. பாஸ்போரைட்டுகள் இத்தகைய சிதைவால் உண்டாவதாகக் கருதப்படுகிறது.

சல்பேட்டுகளும் சல்பைடுகளும்: சல்பேட்டுகள் (சல்பேட்டு கூட்டுப் பொருள்கள்) கடலில் உண்டாகின்றன. கடல் நீரின் கிளர்வு சல்பேட்டு உப்புகளே மாற்றி அமைக்கின்றன. எடுத்துக் காட்டாக, கார்பனின் கிளர்விஞல் கார்பன்டை ஆக்சைடாகவும், சல்பைடாகவும் மாறுகின்றன; இவை சோடியம், பொடாஷியம். கேல்ஷியம், மெக்னீஷியம் ஆகியவற்றின் கந்தக வயக் கூட்டுப் பொருள்கள், கார்பன்டை ஆக்சைடின் கிளர்விஞல், சல்பைடுகள் கார்பொனேட் கூட்டுப் பொருள்களாக மாறுபடுகின்றன; ஹைட்ரொஜன் சல்பைடு விடுவிக்கப்படுகிறது.

கந்தகமும் ஹைட்ரோஜன் சல்பைடும்: ஆல்கலி கூட்டுப் பொருள்கள் கடல் நீரால் கரைக்கப்பட்டு எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன; ஆனால், கேல்ஷியம் கார்பொனேட் மாவுபோன்ற உருவில் வீழ்படிவாக்கப்படுகிறது. இச் செயல்முறையில் பேக்டீரியா முக்கியப் பங்குகொள்கிறது. இவை உயிர்மப் பொருள்களின் நசிவையும் விரைவாக்குகின்றன. சிலபோது இவை சுத்தமான கந்தகத்தைப் படியவும் செய்கின்றன. இவ்வாறு 'ஆல்புமென்' களில் இருந்து (முட்டை வெண்கரு, albumen) கந்தகம் தனிப் படுத்தப்பட்டு பிறகு ஹைட்ரொஜன் சல்பைடாக மாறும். ஏரிகள், உப்பங் கழிகள், கடல்கள் ஆகியவற்றிலுள்ள நீர்களில் பெருமளவு கேல்ஷியம் சல்பேட் உள்ளது; பேக்டீரியாவின் செயலினால் இவை ஹைட்ரொஜன் சல்பைடால் ஊட்டப்படுகின்றன.

இதற்கு கருங்கடல் (Black Sea) நல்ல எடுத்துக்காட்டாகும். இது மெடிட்டரேனியன் கடலில் இருந்து ஓர் உயரமான தடைப் பாறையினால் (Bosporus sill) பிரிக்கப்பட்டுள்ள ஓர் ஆழமான குழிவு. இத்தடை பலபத்து மீட்டர்கள் ஆழத்துக்குள் இருக்கிறது. பாஸ்போரஸில் இரண்டு நீரோட்டங்கள் உள்ளன: மேற் பரப்பில் கருங்கடலிலிருந்து சுத்தநீர் மெடிட்டெர் ரேனியனுக்குச் செல்கிறது; கனமான உப்பு நீர் மெடிட்டெர்ரேனியனிலிருந்து கருங்கடலுக்குள் செல்கிறது. இச் செலவு 200 மீட்டர் ஆழம் வரையே நடைபெறுகிறது. இப் படலத்தில் உயிர்கள் வாழ்வதற்குப் போதிய அளவு ஆக்சிஜன் உள்ளது; இதற்கும் ஆழத்தில் ஹைட்ரொஜன் சல்பைடு உள்ளது. இதன் அளவு ஆழம் செல்லச் செல்ல அதிகரிக்கிறது. இந்த ஹைட்ரொஜன் சல்பைடு தரைப் பகுதியில் வளரும் பேக்டீரியாவினால் உண்டாக்கப்படுகிறது. இதனால்தான் கந்தகவய பேக்டீரியாக்களைத் தவிர மற்ற உயிரிகள் கருங்கடலின் ஆழப்பகுதிகளில் வாழமுடிவதில்லை.

ஏரி, சதுப்புநிலத் தாதுக்கள் (lake and bogores): நன்னீர் பேசின்களில் இரும்பு சேருகிறது; பெர்ரிக் ஆக்சைடு (Fe_2O_3) பெர்ரஸ் ஆக்சைடாக(Feo) நீயக நீக்கத்தால் குறைக்கப்படுகிறது. இதற்கு ஆக்சிஜனை உட்கொண்டு கார்பன்டை ஆக்சைடை வெளி விடும் தனிப்பட்ட பேக்டீரியாக்கள் உதவியாக இருக்கின்றன. இச் செயல்முறை இயற்கையில் அதிகம் காணப்படுகிறது; இதனால் ஏரிகள் அழுவங்கள், புல்வெளிப்பகுதிகள் ஆகிய இடங்களில் அயத் தாதுக்கள் உண்டாகின்றன; மற்ற தாதுக்களும் இவ்வாறு உண்டாவதுண்டு.

ஹைட்ரோ கார்பன்கள் (hydrocarbons): உயிர்மப் பொருள்களின் நசிவின் விளைவாக ஹைட்ரோ கார்பன்கள் உண்டாகக்

கூடும். இவற்றில் முக்கியமானவை 1. மீத்தேன் (methane) அல்லது எரியும் வாயு. இது அடிக்கடி இயற்கைச் சூழ்நிலைகளில் புவிப் பரப்பிலிருந்து வெளியேறுகிறது 2. பெட்ரோலியமும் மற்ற திரவ ஹைட்ரோ கார்பன்களும். 3. ஓஜோசிரைட் (Ozocerite) அல்லது கனிம (புதைபடிவ) மெழுகு; இது திண்ம ஹைட்ரோ கார்பன்களின் கலவையாகும். 4. ஆஸ்பால்ட் (asphalt); இது பெட்ரோலியம் தீயகிக்கப்படுவதால் (oxidation) உண்டாகும் பண்டம்.

சேப்ரோபெல் (Sapropel); அல்லது உயிர்மக் குழைசேறு (ooze) இதில் பெருமளவு நன்னீர் ஏரிகள் பலவற்றின் அடித் தரையில் இவை சேருகின்றன. சிலபோது இக் குழைசேறுகள் உயிர்ம மற்றும் கனிமப் பொருள்களின் கலவையாக இருக்கும்; இவற்றிலுள்ள உயிர்மப் பொருள்கள் மிக நுண்ணிய தாவரங்கள் உயிர்கள் ஆகியவற்றின் பிண்டங்களாகவும், உயிர்வகை எச்சங்க ளாகவும் பலவாறு உள்ளன; இருமாற்ற ஆக்கத்தின்போது இத் தகைய குழைசேறு பல உயிர்மக் கூட்டுப்பொருள்களைத் தருகின்றன. பென்ஜீன், பெட்ரோலியம், பேரஃபின் (paraffin) போன்ற பல வகையான உயிர்ம விளைபொருள்கள் உயிர்மக் குழை சேறுகளிலிருந்து ஆய்வுக் கூடங்களில் பிரித்தெடுக்கப் பட்டுள்ளன.

இருமாற்ற ஆக்கம் தரையின் படிவுகளிலும் காணப்படு கிறது.

பீட், நிலக்கரி, ஆந்த்ரஸைட் (peat, coal, anthracite): தாவரப் பிண்டங்கள் சக்கை நிலக்கரியாகவும், பழுப்பு நிலக்கரியாகவும், கடின நிலக்கரியாகவும், அனல் மலி நிலக்கரியாகவும் மாறுவதும் இருமாற்ற ஆக்கத்தின் விளைவேயாகும். தாவரங்கள் காற்றில் சிதைவுறும்போது அவற்றின் உயிர்மப் பகுதிகள் முற்றிலும் கூட்டழிவுறுகின்றன (disintegrate). ஒரு சிறு அளவு கனிமப் (சாம்பல்) பொருள் மட்டும் பின்தங்குகிறது. ஆனால், தாவரங்கள் ஆக்சிஜன் எட்டமுடியாத இடத்தில் நசிவுறும்போது கரிச்சத்தில் ஒரு பங்கு ஆக்சிஜனுடன் கலந்து அழுவ வாயுவாக (marshgas) வெளியேறுகிறது; ஆனால், பெரும் பங்கு பின்தங்கிவிடுகிறது. நீர் வயக் கனிமங்கள் (hydrous clements) தாவரங்களிலிருந்து பிரிக்கப்படுகின்றன; தாவரப் பிண்டத்தில் கரிச்சத்து அதிக மாக்கப்படுகிறது; அது நிலக்கரியாகிறது.

கரிச்சத்துச் சேமிப்பைப் பின்வருமாறு பல நிலைகளாகப் பிரிக் கலாம்: பீட்உண்டாகும் நிலை, பழுப்பு நிலக்கரி உண்டாகும் நிலை;

கடின நிலக்கரி (anthracite) உண்டாகும் நிலை மரக்கட்டையில் கரிச்சத்தின் அளவு 48—49 சதவீதம்; சக்கை நிலக்கரியில் (பீட்) 52 சதவீதம் வரை; பழுப்பு நிலக்கரியில் 62 சதவீதம் வரை; கடின நிலக்கரியில் 84 சதவீதம் வரை; அனல் மலி நிலக்கரியில் 92 சதவீதம் வரை.

பீட்டை விட பழுப்பு நிலக்கரி கெட்டியானது; இது கரும் பழுப்பு நிறமுடையது. இதில் தாவரப் பிண்டங்களைக் காண லாம். இவை இரண்டுக்கும் இடை நிலையில் உள்ள நிலக்கரியில் மரத்தின் கட்டமைப்பு அப்படியே இருக்கும்.

கடின நிலக்கரி கட்டுறுதியானது (tough); கருப்பானது; அடர்த்தியானது. இதில் பல வகைகள் உள்ளன. இவற்றில் சில பளபளப்பானவை; பார்க்கக் கொழுப்புபோன்றவை; இவை புகைந்துகொண்டே எரிகின்றன; ஆக்சிஜன் கலப்பு இல்லாமல் எரித்தால் 'கோக்' (Coke) ஆகின்றன. மற்றும் சில வகைகள் மக்கலான மிளிர்வு உடையன; இவை நிறமற்ற அழல்விட்டு எரிகின்றன. சில நிலக்கரிகள் பெருமளவு ஹைட்ரோ கார்பன்களை விடுவிக்கின்றன. இவை நிலக்கரி வாயு தயாரிக்கப் பயன் படுகின்றன. மற்றும், சிலவற்றில் வாயு அளவு மிகக் குறைவாக உள்ளது. அனல்மலி நிலக்கரி மிகவும் கடினமாக உள்ளது; இது சற்று சாம்பல் சாயல் கலந்த கருமையான நிறமும் உலோக மிளிர்வும் கொண்டது: இது எளிதில் தீப்பற்றி எரியாவிட்டாலும் இதன் வெப்பச் சத்து அளவு (கலோரி) மிக உயர்ந்தது.

கடினமான நிலக்கரியில் இரண்டு வகை உண்டு. ஒன்று தாவரங்கள் செறிந்து வளர்ந்திருந்த அதே இடத்தில் உண்டானது. இது ஒரே இடத்தில் கிடந்தது (autochthonous) மற்றொரு வகை வெகுதொலைவில் இருந்து இடம்மாறி வந்தது (allochthonous). முன்னையது பரந்த சதுப்பு நிலங்களில் உண்டா கிறது. கடல்மாறி வந்த வகை நிலக்கரி ஒரு காலத்தில் 'என்னிஸை' (yenisei), 'லீனா, ((Lena) 'ஓப்' (Ob) ஆகிய ஆறு களின் முகத்துவாரத்தில் உண்டாகக்கூடும். இந்த ஆறுகள் பெரு மளவு தாவரப் பண்டங்களை அடித்துவந்து ஆர்க்டிக் மாகடலில் படிவுப் பொருள்களுடன் சேர்த்துப் படியவைக்கிறது.

உள்ளாக்கச் செயல்முறைகள்

(Endogenous processes)

புவிப் பொருக்கின் ஆக்கத்தில் புவியின் உள்ளேயே ஏற்படும் விசைகளினால் ஆக்கப்படும் நிலப்பொதியியல் செயல்முறைகள் பெரும் பங்கு ஏற்கின்றன. இவற்றை உள்ளாக்கச் செயல் முறைகள் என்பர். இவற்றில் பின்வருவன அடங்கும்: புவிப் பொருக்கினுள் பாறைக் குழம்பு மேக்மா நுழைதல்; பாறைக் குழம்பு புவியின் உள்ளிருந்து மேற்பரப்பில் எறியப்படல்; புவிப் பொருக்கின் தனித்தனிப் பகுதிகள் மேலெழவும், கீழே அமிழவும் செய்யும் புவிப் பொருக்குப் பிறழ்ச்சிகள்; புவியின் சில பகுதிகளில் மிக வன்மையான அதிர்ச்சிகள் ஏற்படல்; பாறை வரிசைகளின் சமகிடை படுகைகளில் குழப்பம் ஏற்படல்.

மேலே குறிப்பிட்ட செயல்முறைகளை ஏற்படுத்தும் உள்விசை களின் இயற்கையைப் பற்றி நமக்குத் தெரிந்தவை வெறும் கோட் பாடுகளே. இவற்றில் முக்கியமான சிலவற்றை ஆராய்வோம்.

தழலியற் செயல்மை

(Igneous Activity)

புவி ஒரு திண்மையான பிழம்பு. இதன் வெவ்வேறு ஆழங்கள் குறிப்பிட்ட வெப்ப இயக்கவியல் சமன்பாட்டில் (thermodynamic equillibrium) உள்ளன. இச் சமன்பாடு புவியின் ஆக்கத்தின் போதே ஏற்பட்ட ஒன்று. ஏதாவது ஒரு பகுதியில் இச் சமன் பாட்டில் கலக்கம் (அழுத்தத்தில் குறைவோ, வெப்பத்தில் ஏற்றமோ) ஏற்பட்டால் பாதிக்கப்படும் இடத்தில் உள்ள புவிப் பொருள் திடநிலையிலிருந்து திரவ நிலையைப் பெறுகிறது. இந்த மாற்றம் ஏற்டுபம்போது பிரமாண்டமான அளவுப்

பெருக்கம் ஏற்படுவதால் 'வெண்தணல் வெப்பத்திலுள்ள சிலிகேட் பாறைக் குழம்பு (மேக்மா) மேலே உள்ள குறைவான வலிமையுடைய புவிப் பொருக்கினுள் நுழைகிறது; சிலபோது புவி மேற்பரப்பிற்கும் வந்து விடுகிறது.

''மேக்மா'' 1200—1500°செ. வெப்ப நிலையிலுள்ள 60கி.மீ. ஆழத்துக்கும் அடியில் உண்டாகிறது; இந்த வெப்ப அளவு பாறையின் உருகு நிலைக்குமேல் வெப்பமானதும் பாறைக் குழம்பு நிலை நீரியக்க வியல் (hydrostatic) அழுத்தத்தால் மேலே உந்தப் படுகிறது. அழுத்தம் குறைவதால் மேக்மாவில் இருந்த வாயுக்கள் விடுபடுகின்றன; இவை தொட்டாற்போல் வெடித்துக்கொண்டே வெளிவருவதால் விரைவாக நடைபெறும் தணலியற் செயல்கள் தோன்றுகின்றன.

தழலியற் செயல்மை (igneous activity) என்பதில் புவியின் உள் விசைகளுடன் சம்பந்தப்பட்ட பல செயல்கள் உள்ளடங்கு கின்றன. இவற்றால் மேக்மா புவிப் பொருக்கினுள் நுழைவதும், மேற்பரப்பில் உமிழப்படுவதும், பிறகு கெட்டியாவதும் நிகழ் கின்றன. முதலாவதில் உள் நுழைவுச் செயலையும் (intrusion) இரண்டாவதில் புற உமிழ்வுச் செயலையும் அல்லது எரியியற் செயலையும் (Volcanism) குறிக்கிறோம்.

மேக்மா உறைவதால் தணற்பாறைகள் உண்டாகின்றன. இவை எவ்வாறு உண்டாகின்றனவோ அதைப் பொருத்து ஆழ் நுழைவுப் பாறை (abyssal) என்றும், புற உமிழ்வுப்பாறை என்றும் (effusive) இடை நிலைப் பாறை என்றும் (hypabyssal) பகுக்கப்படுகின்றன. இப் பாறைகள் அனைத்தும், ஒரு சீரான முதன்மை மேக்மாக்களின் விளைபொருள்கள்; இவை ஒவ் வொன்றும் வேதியியல் மற்றும் கனிமவயக் கூட்டமைவால் மாறு படுகின்றன.

மேக்மா பிரிந்து படிகிறது (differentiated) அதாவது, கூட்டமை வாலோ, அடர்வினாலோ மாறுபட்ட தனித்தனிப் படலங்களாகப் பிரிந்து படிகிறது; பலவிதமான பௌதிக-வேதியியல் செயல் முறைகளின் இயக்கத்தால் இவ்வாறு நிகழ் கிறது. இலேசான கனிமங்கள் மேற்படலங்களிலும் கனமானவை அடிப்படலங்களிலும் தங்குகின்றன.

பரவி விரவுதலும் (diffusion) மின்சார ஓட்டமும் மற்ற செயல் முறைகளும் மேக்மா பிரிந்து படிதலில் (differentiation) விளைவாட்சி செலுத்துவதாகக் கருதப்படுகிறது.

பிரிந்துபடிந்துள்ள மேக்மாக்களின்பட்டியலில் ஒருகோடியில் கிரேனைட் மேக்மா உள்ளது; இதில் 65 சதவீதத்துக்கும் மேல் சிலிகா உள்ளது. மறு கோடியில் பஸால்ட் மேக்மா உள்ளது; இதில் 55 சதவீதத்துக்கும் குறைவாக சிலிகா உள்ளது. சிலிகா அதிகமுள்ள மேக்மாவை அமிலவய அல்லது சிலிகாவய (persilic or acidic) மேக்மா என்றும் தாழ்ந்த சிலிகா அளவு உடைய மேக் மாவை காரவய அல்லது 'பேசிக்' (basic) மேக்மா என்றும் கூறுவர்.

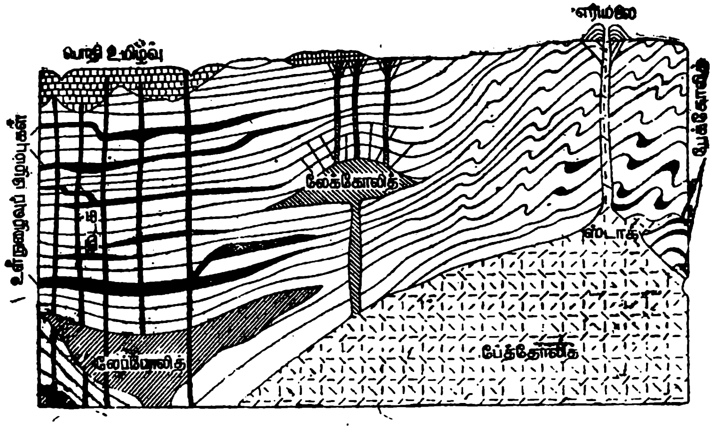
மேக்மா குளிர்ந்து இறுகும்போது கனிமங்கள் படிகின்றன; முதலில் காரவயக் (basic) கனிமங்கள் படிகமாகின்றன.

புவிப்பொருக்கை உடைத்துக்கொண்டு மேக்மா புகும்போது அதன் வழியிலுள்ள பாறைகளை அது உடைத்து உருக்கித் தன்னுள் சேர்த்துக் கொள்வதால் அதன் கூட்டமைவும்(composition) மாறு கிறது. எடுத்துக்காட்டாக, சுண்ணப்பாறையை உட்கொண்ட பிறகு சிலிகாவய மேக்மா அதன் அமிலத் தன்மையில் சிறிது அளவை இழந்துவிடுகிறது. மேலும், சிலபோது குவார்ட்ஸ்வய மான மணற்பாறைகளை உருக்கிச் சேர்த்துக் கொண்ட பிறகு காரப்பாறைக் குழம்பு அதிக சிலிகா வயமாகிறது. மேக்மாவிலோ சூழ்ந்துள்ள பாறையிலோ இரண்டிலுமே இல்லாத புதிய கனிமங் கள் உருகிய மேக்மாவும் திண்ணிய குளிர்ந்த தலப்பாறையும் ஒன்றையொன்று தொடும் இடங்களில் உண்டாகின்றன. இவற் றைத் 'தொடு' அல்லது 'அடுத்த' (contact) கனிமங்கள் அல்லது தாதுக் கனிமங்கள் எனலாம்.

நுழைவுத் தணலியற் செயல்

புவிப்பொருக்கில் எங்கெல்லாம் நுழைவுத் தணலியற் செயல் நடைபெறுகிறதோ அங்கெல்லாம் உள்நுழையும் மேக்மாவால் பிழம் புகள் அல்லது நுழைவுகள் உண்டாக்கப்படுகின்றன. இந்த நுழைவு களின் அளவும் அவை தலப் பாறைகளுடன் கொண்டுள்ள உறவும் பலவகைப்படுகின்றன. கீழ்வரும் பலவகையான நுழைவுகள் காணப்படுகின்றன (படம் 87).

பேதோலியத் (Batholiths): இவை செங்குத்தான பக்கச் சரிவுகளையுடைய சீரற்ற உருவமுடைய மாபெரும் மேக்மா பிழம் புகள். இவை மடிக்கப்பட்டுள்ள படிவுகளையுடைய பகுதிகளில் மிகுந்த ஆழத்தில் மேக்மா இறுகுவதால் உண்டாகின்றன. இத் தகைய மேக்மா பிழம்புகளைச் சுற்றியுள்ள பாறைகள் உடைக்கப்



படம் 87. உள்நுழைவு—வெளி உமிழ்வுப் பாறைகள்.

படத்தில் எழுத :

mass eruption—பொதி உமிழ்வு; volcano—எரிமலை;
stock—ஸ்டாக்; phacolith—பேக்கோலித்;
Batho lith—பேத்தோலித்; Laccolith—லேக்கோலித்;
Dike—டைக்; lopolith—லேப்போலித்;
intrusive bodies—உள்நுழைவுப் பிழம்புகள்

பட்டுள்ளதால் இப்படிவுகள் அவற்றுடன் உடன்பட்டவாறு இருப்பதில்லை. இவை முக்கியமாக கிரேனைட் போன்ற அமிலவயமான பாறைகளால் ஆனவை (எ. கா. பாமீரில் 'ஜிராவ் ஷான்' (Zeravshan) மலைத்தொடரின் மேற்குப் பகுதி)

ஸ்டாக் (Stock): இவை பேதோலித்தைவிட மிகச் சிறியதாக உள்ள மேக்மாப் பிழம்புகள் (100 சதுர கி. மீட்டருக்கும் குறைவானவை;) ஆனால், இவை உருவத்திலும் பாறைக் கூட்டமைவிலும் உண்டாகும் விதத்திலும் பேதோலித்தைப் போன்றவை.

லேக்கோலித் (Laccolith): இவை கொம்மை வடிவமானவை. இவற்றின் மேற்பரப்பு குவிந்தும் அடிப்பரப்பு தட்டையாயும் உள்ளது. இவற்றின் விட்டம் சில நூறு மீட்டர்கள் முதல் பல கி. மீட்டர்கள் வரை உள்ளது. இவை தமக்கு மேலுள்ள பாறைகளைக் கொம்மை போல் வளையவைக்கின்றன. இவை படிவுகளுடன் உடன்பட்டவாறு உள்ளன. பியாடிகோர்ஸ்கியின் (Pyatigorsk) அருகே உள்ள மாஷீக் (Mashuk), பெஷ்டாவ் (Beshtau),

ஜெலெஜ்ஞயா (Zheleznaya) போன்ற தனித்தனியான மலைகள் லேக்கோலித்துக்களே. இவற்றின்மேல் முதன் முதலாகப் படிந்திருந்த படிவுகள் இப்போது ஏறக்குறைய முழுதும் அரிக்கப்பட்டு விட்டன; ஆகவே இம்மலைகளின் உச்சிகளில் இப்போது தெளிவான தணல்பாறைகளே.

வெடிப்பு நுழைவுகள் (fissured intrasions) : இவை பெரிய அளவுடைய நுழைவுப் பிழம்புகளிலிருந்து மேக்மாக் குழம்பானது பாறைகளில் உள்ள வெடிப்புகளில் புகுந்து தொலைவாகச் செல்லும்போது உண்டாகின்றன. நுழைவுக்கு ஏற்ற வெடிப்புகள் படிவு அடுக்குப் படலங்களின் மேல் ஏற்படுவதும் உண்டு (நுழைவுப் படலங்கள்); அல்லது அவற்றைப் பல திசைகளில் கடப்பதும் உண்டு (குறுக்கு நுழைவு அல்லது உடன்படா வடிவம்). இதற்கேற்ப, வெடிப்பு நுழைவுகளுக்கும் சூழ்ந்துள்ள பாறைக்கும் இடையேயுள்ள இடைத் தொடர்பும் (correlation) மாறுபடும். முறிவு வெடிப்புகளுள் உள்ள நுழைவுப் பிழம்புகளுக்குத் தாரைகள் (veins) என்று பெயர். தேய்வுறுதலின் காரணமாகத் தாரைகளைச் சூழ்ந்துள்ள பாறைகள் கட்டழிக்கப்படுகின்றன. இதனால் நுழைவுகள் மட்டும் மதில்கள் போல் எடுப்பாக நிற்கின்றன. இவற்றுக்கு 'டைக்' (Dyke) என்று பெயர்.

படலத் தாரைகள் (sheet vein) பெரிய அளவுடைய நுழைவுகள்; இவை பெரும்பரப்புகளில் பரவியுள்ளன; இவைசூழ்ந்துள்ள படலங்களுக்கு இடையே உடன்பட்டவாறு அமைந்துள்ளன. இத்தாரைகள் 45—50 மீட்டர் தடிப்பும் 150—200 மீட்டர் நீளமும் உடையன. குறுக்குத் தாரைகள் 1—3 மீட்டர் அல்லது அதற்கும் அதிகமான தடிப்பு உடையன.

நுழைவுப் பிழம்புகளின் படல அமைப்பு பற்றியும், அவற்றைச் சேர்ந்த பரவல் விதிகளைப்பற்றியும் அறிந்துகொள்வது முக்கியம். ஏனெனில், இவை சம்பந்தப்பட்டு பல மதிப்புள்ள கனிமங்கள் காணப்படுகின்றன.

வெளி உமிழ்வுத் தணலியல் அல்லது எரிமலை இயக்கம்

(Effusive Igneous Activity or Volcanism)

வெடித்தெழும் எரிமலை இயக்கங்கள் இயற்கையில் காணக்கூடிய தோற்றப்பாடுகளில் மிகவும் வியப்பார்வ மூட்டும் தன்மையும் தடுக்க முடியாத வன்மையும் உடையன.

எரிமலைகளைப் பற்றிப் பேசும்போது தணிந்துவிட்டதாகவும், உயிருடன் இருப்பதாகவும் குறிப்பிட்டாலும் இது வெறும் வழக்காற்றுப் பழக்கமேயாகும். சில எரிமலைகள் பல நூற்றாண்டுகளாகத் தணிந்தவாறு இருந்து பின்னர் திடீரென்று கிளர்ச்சி பெறுவதும் உண்டு. தணிந்து கிடக்கும் காலத்தில் எரிமலையின் சரிவுகளில் காடுகள் வளர்ந்துவிடுகின்றன; எரிவாய்ப்பகுதிகள் ஏரிகளாக மாறிவிடுகின்றன. எந்த வரலாற்றுப் பழக்கத்தாலும் ஓர் எரிமலையில் கிளர்ச்சியே இருந்ததாகத் தெரியாவிட்டால் அந்த எரிமலையைத் தணிந்ததாகக் கருதலாம். தெரிந்த வரலாற்றுக் காலத்தில் கிளர்ச்சி அடைந்துள்ள எரிமலையை உயிருடையதாகக் கருதலாம். இன்று உலகில் 476 உயிருள்ள எரிமலைகளும் 4000 தணிந்த (extinct) எரிமலைகளும் உள்ளன.



படம் 88. வெஸூவியஸ் மலைவெடி—உமிழ்வு

நேப்பில்ஸ் விரிகுடாவின் கிழக்குப் பக்கத்தில் நிற்கும் வெஸூவியஸ் மலையை (படம் 88) நெடுநாட்களாகத் தணிந்ததாகவே கருதி வந்தனர். இதன் சரிவுகளில் திராட்சை போன்ற பழத் தோட்டங்கள் இருந்தன. கி. பி. 79ஆம் ஆண்டில் திடுமென இந்த

எரிமலை உயிர் பெற்றெழுந்து தீவிரமான கிளர்ச்சியில் ஈடுபட்டது; பெருமளவு 'லாவா'வும் சாம்பலும் வெளியே எறியப்பட்டன. பல்லாயிரக்கணக்கான மக்கள் மாண்டனர். இம் மலையடிவாரத்திலிருந்த பாம்ப்பே, ஹெற்குலேனியம் ஆகிய நகரங்கள் சாம்பலுள் புதையுண்டு அழிந்தன. இந்த எரிமலை அதன்பின் பல நூற்றுண்டுகள் இடைக்காலம் விட்டு, விட்டு அவ்வப்போது நெடுங்கால அளவுகளுக்குக் கிளர்வு கொண்டவாறு உள்ளது. கடந்த 100-150 ஆண்டுகளில் இதன் கிளர்வு அதிகரித்துள்ளது. இது கடைசியாக 1944ஆம் ஆண்டு கிளர்வுற்றது.

வடமார்டினிக் தீவிலுள்ள மவுண்ட் பீலீ மற்ருெரு எடுத்துக் காட்டு. இதுவும் நெடுங்காலமாகத் தணிந்துவிட்டதாகவே கருதப் பட்டு வந்தது. இது 1902ஆம் ஆண்டு வெடித்தெழுந்து செயிண்ட் பியர்ரீ (st. Pierre) நகரத்தை வெப்ப வாயுக்களாலான ஒரு புயல் காற்றிஞல் அழித்தது; அதில் அப்போது வாழ்ந்து வந்த 29,000 மக்களும் அப்படியே மாண்டுபோயினர்.

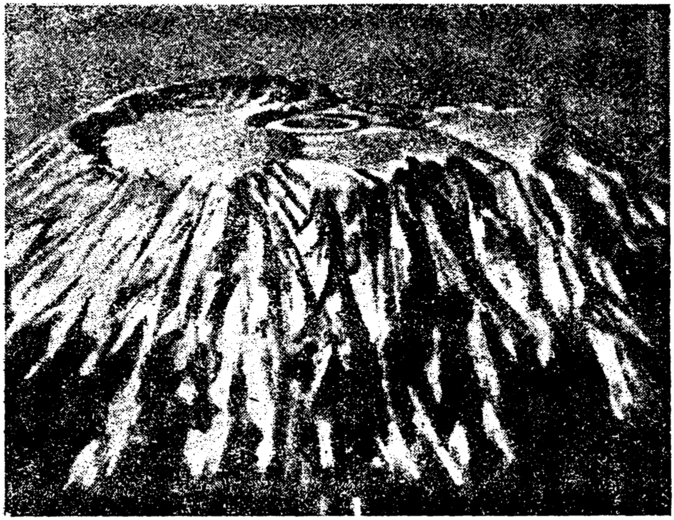
இந்நாளும்கூட எரிமலைகள் புதிதாகத் தோன்றியவாறு உள்ளன. எடுத்துக்காட்டாக, ஐந்து ஆண்டுகளாகக் கிளர்ச்சி பெற்றிருந்த பாரிகுடின் மலை 1943 ஆண்டு பெப்ருவரி 20-ந் தேதி மெக்சிகோவில் தோன்றியது.

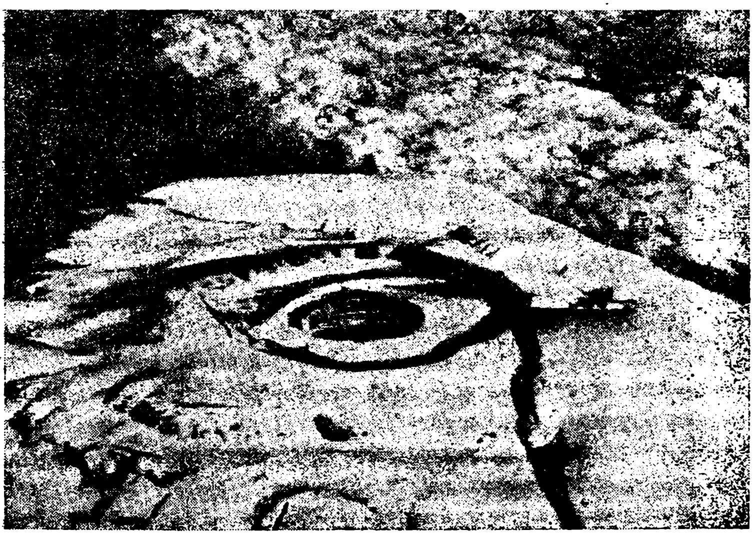
எரிமலைகள் நிலத்தின் மேலும் மாகடலின் தரையிலும் உண்டாகின்றன. வழக்கமாக, பேரளவு பாறைப்பொருள்கள் வெளியே கொட்டப்படுவதால் நிலத்தின் மேலும் தரையடியிலும் பேரளவுடைய அமைப்புகள் உண்டாகின்றன.

எடுத்துக்காட்டாக, ஹாவாய்வகை எரிமலையின் மொத்தஉயரம் சுமார் 800 மீட்டர்கள் உள்ளது; இதன் பெரும்பங்கு கடலடியில் உள்ளது. வட அட்லாண்டிக்கில் அஜோரஸில் ஏற்பட்ட ஃபயால் (Fayal) கடலடி எரிமலைக் கிளர்ச்சி எரிமலைப்பொருள்கள் எவ்வளவு விரைவாகச் சேருகின்றன என்பதை உணர்த்தவல்லது. 1957ஆம் ஆண்டு ஃபயால் தீவின் அருகே மூன்றேநாளில் ஒரு புதிய எரிமலைத் தீவு உண்டாயிற்று. இக் கிளர்ச்சியைக் கண்ட மாலுமிகளின் கண் ணெதிரில் ஒவ்வொரு 12 மணி நேர அளவிலும் 300 சதுர மீட்டர் மீதம் இத்தீவின் பரப்பளவு அதிகரித்தது.

எரிமலைகளின் வெளித் தோற்றம் : சாதாரணமாக எரிமலைகள் பல கி. மீ. உயரமுடைய கூம்பு வடிவமான உயர்ந்த உருவம் கொண்டுள்ளன. உச்சியில் ஒரு குழிவு- அல்லது எரிமலை வாய் (crater) உள்ளது. இந்த வாயின் மூலம் உமிழ்வு ஏற்படுகிறது.

(படம் 89). பெய்குழல் வடிவமான துளை வழியாக உருகியபாறை வெளியே வருகிறது. இக் குழல் எரிவாயின் தரையில் இருந்து எரி





படம் 89. ஆப்பிரிக்க கிபோ முகட்டில் உள்ள எரிவாயின் இரண்டு தோற்றங்கள்,

மலையினுள் செல்கிறது. காம் சாட்கா (Kamchatka, 4850 மீ.) மலையிலுள்ள மவுண்ட் க்ளையூசெவ்ஸ்காயா (Mt. Klyyuchevs-kaya) உலகிலேயே பெரிய எரிமலைகளில் ஒன்று; இது கூம்பு வடிவமானது. மவுண்டு வெஸுவியஸ், ஜப்பானிலுள்ள ஃப்யூஜியாமா, ஆப்பிரிக்காவிலுள்ள மவுண்ட் கிபோ (Kibo) ஆகிய பலவும் கூடக் கூம்புவடிவின.

பண்டைய எரிமலைகளின் எரிவாய்களில் ஒன்று அல்லது பல கிளர்வுள்ள எரிமலைகள் உள்ளன. 'கால்டிரா' (எரிமலைப் பெருவாய்) எனப்படும் இத்தகைய எரிவாய்கள் பல பத்து கி.மீ. விட்டமுடையன.

உமிழ்தல் (Eruption): தனிப்பட்ட உமிழ்வுகளின் விசை ஒன்றுபோல் இருப்பதில்லை. ஒவ்வொரு எரிமலையும் மாறிமாறி அதிகமாயும் குறைவாயும் இயங்குகின்றன. சிலபோது ஓர் எரிமலையின் இயக்கம் மெல்ல அதிகரித்துப் பின் மெல்லத் தணிகிறது. மற்ற சிலவற்றில் திடுமென வீரியமான கிளர்ச்சிகள் நிகழ்கின்றன. நாம் முன்பே குறிப்பிட்டவாறு, எரிமலை இயக்கங்களின் இடையே முழு நூற்றுண்டுகளே கழிந்துவிடுவதும் உண்டு.

ஒரு வீரியமான கிளர்ச்சிக்குப் பின், சில எரிமலைகள் ஏறக்குறைய முழு அமைதிபெறுகின்றன. அப்போது அவை வெறும் புகையை மட்டும் அடிக்கடி வெளிவிடுகின்றன. மற்ற சில தொடர்ந்தாற்போல் புகைவிட்டுக்கொண்டும், அவ்வப்போது கல்லையும், சாம்பலையும் தூக்கி எரிந்தவாறும் உள்ளன. மற்றும் சில குறிப்பிட்ட கால இடைவெளி விட்டு விட்டு அமைதியாக லாவாவை வழியவிடுகின்றன. வெளி உமிழ்வுகளுக்கு இடையே தொடர்ந்து நகர்ந்துகொண்டே இருக்கும் உருகிய லாவா எரிவாயினை நிறப்பியவாறு உள்ளது.

உமிழ்வு விளைபொருள்கள் (Products of eruption): திண்மங்களாகவும், திரவங்களாகவும், வாயுக்களாகவும் உள்ளன. திண்மங்கள் எரிமலைச்சாம்பல். மணல், 'லேப்பில்லி' (Lapilli), குண்டுகள் (bombs) ஆகியவை இவற்றில் அடங்கும். இவை வழக்கமாக உமிழ்வின் ஆரம்பகாலத்தில் வெளியே எறியப்படுகின்றன. **எரிமலைச்சாம்பல்** எரிவாயின் பெய்குழல் போன்ற சுவர்கள் உடைந்து நொறுங்குவதாலும் 'லாவா' தூவப்படுவதாலும் உண்டாகும். சிறுசிறு பாறைத்துகள்களால் ஆனது. இத் துகளின் அளவு மில்லிமீட்டரில் ஒரு பின்னஅளவு முதல் பல மி.மீ. அளவு வரை உள்ளன. மணல் அளவுடைய பெருந்துகள்களை **எரிமலை மணல்** என்பர். ஒன்று முதல் பல செ.மீ. விட்டமுடைய பெரிய துணுக்கு

களை 'லேப்பில்லி' என்பர். ஓர் எரிமலை எவ்வளவு சாம்பலை உமிழக்கூடும் என்பது கீழ்க்காணும் எடுத்துக்காட்டால் விளங்கும். அலாஸ்காவிலுள்ள மவுண்ட் காட்மாய் 1912-ல் கிளர்ந்தெழுந்த போது 4 மீட்டருக்கும் அதிக தடிப்பான சாம்பல் படலம் அதன் வெகு அருகே படிந்தது; காற்றுமறை பக்கத்தில் சுமார் 100 கி. மீ. தொலைவுக்கு இப் படலம் 10 செ. மீ. தடிப்பு இருந்தது. இந்த வெடித்தலால் 20 கன கி. மீ. திண் பொருள்கள் வெளியே எரியப் பட்டன. அறுபது மணி நேரத்துக்கு அவ்விடத்தில் இருள் சூழ்ந்த வாறு இருந்தது. எரிமலை மேகங்களிலிருந்து 25 மணி நேரம் இடைவிடாது மழை பொழிந்தது.

சாம்பல் மிகச் சன்னமாக இருப்பதால், சிலபோது வாயு வெடிக்கும்போது, 10 கிலோமீட்டருக்கும் அதிக உயரம்வரை தூக்கியடிக்கப்படுகிறது. அங்கு இது காற்றோட்டத்தால் வெகு நேரம் வரை வளியடுக்கு மண்டலத்தின் (stratosphere) அடிப் படலங்களில் பரவிச் செல்கிறது. எடுத்துக்காட்டாக, 1883-ல் சுண்டா கடற்காலில் (Sunda Strait) உள்ள மவுண்ட் கிரகாடோா வாவில் பலத்த வெடி உமிழ்வு ஏற்பட்டது. இந்த வெடிப்பின் போது உமிழப்பட்ட மாபெருமளவுத் துகள்கள் சுமார், ஓராண்டு காலமாகக் காற்று மண்டலத்தில் மிதந்து கொண்டே இருந்தன; இதனால் வியப்பான சூரிய உதயமும், மறைவும் ஏற்பட்டுக்கொண் டிருந்தன.

சாம்பல் வெளியே உமிழப்படும்போது மழை பெய்தால் எரி மலையின் சரிவில் திரவ மண் வழிந்து வந்து ஊர்ப்புறங்களில் பெருஞ்சேதம் விளைவிக்கும்.

பெரிய 'லாவா' துண்டுகளும் கூட எரிமலையின் வீரியமான வாயு வெளியேற்றத்தின்போது தூக்கி எரியப்படுகின்றன. இவை வானில் பல நூறு மீட்டர் உயரம் வரை தூக்களறியப்படும்போது ஏற்படும் சுழற்சியின் காரணமாக இவை ஊடச்சுருளை (spindle) போன்ற உருவம் கொள்கின்றன. இவை நிலத்தில் விழும்முன் குளிர்ந்துவிட்டால் இதே உருவத்துடன் உள்ளன; இல்லாவிட்டால் நிலத்தில் விழுந்ததும் தட்டையாகிவிடுகின்றன. எரிமலை வாயின் அருகேயிருந்து பல பத்து டன்கள் எடையுள்ள பெரும் பாறைகள் அப்படி உடைத்தெறியப்படுவதும் உண்டு. இவை பல நூறு மீட்டர் வரை காற்றில் எடுத்தெறியப்பட்டு எரிமலையின் சரிவில் விழு கின்றன. லாவாவும் பாறையுமான எட்டுமுதல் 10 செ, மீ. முதல் பல மீட்டர் வரை அளவுள்ள துண்டுகளுக்கு **எரிமலைக் குண்டுகள்** என்று பெயர் (படம் 90).



படம் 90. எரியியல் குண்டுகள்

வாயுக்கள், சாம்பல், லேப்பில்லி, குண்டுகள் ஆகியவை அடிக்கடி ஒரு சீராக உமிழப்படுகின்றன; ஆனல் சிலபோது இந்த உமிழ்வுகள் ராட்சஸ வெடிகளாகி எரிவாயை அப்படியே தகர்த்தெறிவதும் உண்டு; எரிமலைக் கூம்பு அப்படியே காற்றில் தூக்கி எறியப்படுவதால் அவ்விடத்தில் ஒரு பெரிய ஆழமான குழிதான் காணப்படும்.

சரிவுகளில் மழையாகப் பொழியும் சாம்பலும், மணலும் முதலில் உதிரியாகவும், பிறகு மெல்ல மெல்லத் தத்தம் எடையினலேயேயும், நீரினலும் கெட்டியாகி எரிமலைப் பொடிப் படிவு (tuff) என்னும் பாறையாக மாறுகின்றன; கடல்களிலும் ஏரிகளிலும் விழும் எரிமலைச் சாம்பலும் மணலும் அவற்றின் அடியில் மூழ்கிச் சென்று வண்டலாலும் மணலாலும் புதைக்கப்படுகின்றன. இதனல் உண்டாகும் எரிமலைப் படிவுப் பாறைக்கு 'டஃப்ஃபிடே' (tuffite) என்று பெயர்.

எரிமலை வாயுக்களில் (Volcanic gases): முக்கியமானது நீராவி; இது எரிமலைகளிலிருந்து வரும் வாயுக்களில் பெருமளவு உள்ளது. மற்ற வாயுக்கள் ஹைட்ரோஜன், குளோரின், கந்தகம் நைட்ரோஜன், கார்பன், ஆக்ஸிஜன், கரியமிலவாயு, மீதேன், ஹைட்ரஜன்குளோரைடு, ஹைட்ரஜன்சல்பைடு, கந்தக-டை-ஆக்சைடு, அம்மோனியா, அம்மோனியம் குளோரைடு, அம்மோனியம் கார்பொனேட்டு.

வாயுக்கள் எரிவாயிலிருந்து மட்டுமே அல்லாது எரிமலையின் அடியிலும் சரிவுகளிலும் உள்ள உடைப்புகளில் இருந்தும் வெளி வருகின்றன. இவ்வாறு புகையை வெளிவிடும் வெடிப்புக்குப் 'புகையும் எரிமலை' (fumarole) என்று பெயர். வாயுக்கள் செறிவான வாயுக்களாகவும், புகையாகவும் வெளிவருகின்றன. இவ் வாயுக்களின் கூட்டமைவு வெப்ப அளவைப் பொருத்தது; உமிழ்வு துவங்கும்போது எரிவாயின் சூழலில் வெப்ப அளவு அதிகமாக இருக்கும்; முடிவில்வெப்பம் குறைந்துவிடும். துவங்குவகையில் புகையும் எரிமலையிலிருந்து ஹேலோஜன் வாயுக்களே (Cl, F) வெளிவருகின்றன. வெப்ப அளவு 100—180° செ.-க்கும் குறைந்ததும் கந்தக—டை—ஆக்சைடு மேம்பட்டுள்ள புகையும் எரிமலைக்கு 'ஸோல்ஃபடாரா' (Solfatara) என்று பெயர். இதற்கு அடுத்தாற் போல் (எரிமலைகள் சிலவற்றில்) போரான் (Soffioni) மேம்படுகிறது; கடைநிலையில் (moffette) கார்பன்டை ஆக்சைடை வெளிவிடுகிறது.

எரிமலை லாவா (Volcanic lave); 'லாவா' என்பது எரிமலைகள் எறியும் உருகிய பாறைப் பண்டமாகும். லாவாவின் வெப்ப அளவு 1000—1200° செ. லாவாவிலிருந்து வாயுக்கள் வெளிவருகின்றன; லாவா எரிவாயிலிருந்து வெளிவருகிறது. மேக்மாவுக்கும் லாவாவுக்கும் உள்ள வேற்றுமைகள் இவையே.

லாவாவின் வேதியியல் கூட்டமைவும் பௌதிகக் குணங்களும் மிகவும் மாறுகின்றன. சிலவற்றில் அதிக அளவு சிலிகன் ஆக்சைடு (அமில லாவா) உள்ளது. இந்த லாவா மிகவும் பிசுபிசுப்பு (viscous—பாகுமை) உடையது; இதனால் உருகிய பொருள்கள் திப்பை போன்ற உருவங்களை ஏற்கின்றன. சிலிகா அளவு குறைவாக உள்ள லாவா (கார லாவா—basic lava) இதைவிட அதிக ஓடும் தன்மை (திரவத் தன்மை) பெற்றுள்ளது. அல்ட்ரா பேசிக் (Ultra-basic) லாவாக்களே மிகவும் அதிக திரவத்தன்மை உடையன.

மவுண்ட் பீலீயிலிருந்து வெளிப்பட்ட லாவா அமில வயமானது; பாகுத்தன்மை வாய்ந்தது. இது மிகவும் செறித்திருந்தால் எரிவாயின் மேல் சுமார் 300 மீட்டர் உயரமான கோபுரம் போல் இருந்தது; ஆனால் இது குளிர்ந்து வரும்போது வெடிப்பு கண்டு உடைந்து கட்டழிந்து விட்டது.

ஹாவாய் தீவுகளின் எரிமலைகளிலிருந்து வரும் லாவாக்கள் பஸால்ட் வகையின; இவற்றின் கூட்டமைவில் இரும்பும் மெக்னீஷி

யாவும் அதிகம் உள்ளது; சிலிகா குறைவாக உள்ளது. இவை மிகவும் திரவத்தன்மை பெற்றுள்ளதால் எரிமலைச் சரிவுகளில் ஆறுகள் போல் ஓடுகின்றன. திண்ணை போன்ற பாறைச் சரிவுகளில் நீர்வீழ்ச்சிபோல் விழுந்து ஓடுகின்றன. இத்தகைய 'தொடர் அருவி (cascade) போன்ற லாவா ஓட்டத்தைப் படத்தில் (படம் 91) காணலாம்.



படம் 91. ஹாவாயில் ஒரு லாவா தொடர் அருவி

அமில லாவாக்களில் வெளிர்நிறமுடையவை ('பிங்க்' சாம்பல்) எடை குறைவானவை; பாகுத்தன்மை உடையவை; அதிக வாயுக்களை உடையவை; இவை மெதுவாகச் சூடு ஆறுகின்றன, காரலாவாக்கள் கருநிறமுடையன (கருஞ்சாம்பல், பச்சை. கருப்பு); அதிகத் திரவத்தன்மை பெற்றுள்ளன; எளிதில் உருகுகின்றன; குறைந்த அளவு வாயுக்களைப் பெற்றுள்ளன.

எரிமலைகளில் வெளி உமிழப்படும் எல்லா விளைபொருள்களும் புவிப்பொருக்கை ஆக்கும் பணியில் பங்கு ஏற்கின்றன. புவிப் பொருக்கின் மேல் எறியப்படும் பாறைகளில் இவை 51—62 சதவீதம் உள்ளன. வெளியே எறியப்படும் பாறைகளில் பலவகை இருப்பதற்குக் காரணம் முதன்மையான மேக்மாக்களிலும் பல வகைகள் உள்ளதே என்று முன்பு நினைத்தனர்; இது தவறு. ஏனெனில், பொதுவான மேக்மாவின் மொத்த அடர்வெண், வெப்ப அளவு, அதன் கூட்டுறுப்புக் கனிமங்கள் படிகங்களாக மாறுதல் போன்ற பல காரணங்களால்தான் இத்தகைய வேற்றுமைகள் ஏற்படுகின்றன. பொதுவான மேக்மா பஸால்ட் வயமான வேதியிய கூட்டமைவு உடையது என்று கருதுகின்றனர்.

ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்திலுள்ள எரிமலையில் இருந்து வெளி யேறும் திண்ணிய எரிமலைப் பொருள்களின் (எரிமலைச் சாம்பல், லேப்பில்லி, குண்டுகள்) கூட்டமைவையே அங்குள்ள லாவாவும் பெற்றுள்ளது.

ஒவ்வொரு கிளர்ச்சியின் போதும் வெளியேற்றப்படும் பாறைப்பொருள்களின் அளவு மாறுபடும். 1500ஆம் ஆண்டு முதல் இன்று வரை புவியின் எரிமலைகள் 300 கன கிலோ மீட்டருக்கும் அதிகமான உதிரியான பொருள்களையும், 50 கன கிலோ மீட்டர் லாவாவையும் வெளியேற்றியுள்ளதாக எரிமலையியலாளர் கூறு கின்றனர்.

எரிமலைக் கூம்பின் அமைப்பு எரிமலையிலிருந்து வெளியேறும் பொருள்களைப் பொருத்தது. முக்கியமாக லாவாவையே வெளி யேற்றும் எரிமலையின் சரிவுகள் மிக உயரமான மலையானாலும் மென்மையான சாய்மானத்தையே பெற்றுள்ளன.

லாவாவும் சாம்பலும் நொறுங்கு பொருளும் இறுகிய படலங் களும் (tuff) மாறி மாறிப் படிந்தவாறு உள்ள எரிமலைகளின் சரிவு செங்குத்தாக உள்ளது (35—40°).

சில எரிமலைகள் எரிவாயிலிருந்து மட்டும் அல்லது சரிவு களிலும். அடியிலும் உள்ள வெடிப்புகளின் வழியாகவும் உமிழ் கின்றன. இத்தகைய சிறிய எரிவாய்களை (எ.கா. மவுண்ட்எட்னு) ஒட்டு எரிமலைகள் (parasitic volcanics) என்பர்.

எரிமலைகளின் பாகுபாடு: எரிமலைகள் இயங்கும் **விதத்தைக்** கொண்டு பின்வருமாறு வகைப்படுத்தலாம்:

1. **ஹாவாய் வகை** (Hawaiian Type); இந்த வகை எரி மலைகள் ஹாவாய் தீவுகளில் உள்ளன. (மௌனு லோவா, கிலா யூவா போன்றவை). இவற்றின் லாவா திரவத்தன்மை மிக்க கார வகையைச் சேர்ந்தது. இதிலிருந்து வாயுக்கள் ஆரவாரம் இல் லாமல் மௌனமாக வெளியேறுகின்றன; கடினப் பொருள்கள் இவற்றிலிருந்து வீசி எறியப் படுவதில்லை. எரிவாயில் நிறைந்துள்ள லாவா அசைந்தவாறே உள்ளது; இது எப்போதும் மெல்லக் கொப்புளித்தவாறு உள்ளது. இது அவ்வப்போது சில நிமிட காலம் வரை சுமார் சில பத்து மீட்டர்கள் உயரம் வரை எழுந்து தூவி விழுகிறது. எரிவாய் முழுதும் நிறம்பிய பிறகு எரிமலையின் பக்கங்களில் வழிந்தோடுகிறது. லாவா ஓட்டம் சிலபோது பல இருபது கி.மீ. நீளம் வரை நீண்டதாகவும் காணப்படுகிறது;

இது புவிக்குள்ளே இருந்து எவ்வளவு லாவா வெளியே வருகிறதோ அதைப் பொருத்தது. இந்த எரிமலைகள் மென் சாய்வுடைய சரிவுகளை உடையன.

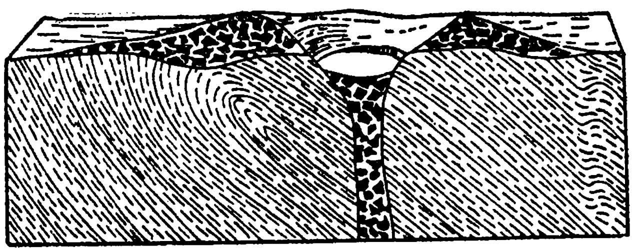
2. ஸ்ட்ராம்போலிவகை (Strombolian type): ஸ்ட்ராம்போலி எனப்படும் மத்திய த்ரைக் கடலிலுள்ள ஓர் எரிமலையின் பெயர் இந்த வகைக்குச் சூட்டப்பட்டுள்ளது. இதுவும் திரவத் தன்மை பெற்ற காரலாவாவை வெளியேற்றுகிறது; ஆனால், ஹாவாய் வகையைப் போல் அல்லாது இதிலிருந்து பெருமளவு வாயுக்கள் வெளியேறுகின்றன; சாம்பலும், குண்டுகளும் தூக்கி எறியப் படுகின்றன. குண்டுகள் அடிக்கடி திருகினாற் போல் உள்ளன. லாவா ஹாவாய் வகையைப் போலவே அலை அலையாக உள்ள மேற் பரப்பை உடையது.

3. வெஸுவியஸ் வகை (Vesuvian type): இவ்வகை எரிமலையிலிருந்து வெளிவரும் லாவா சற்று அதிக அளவு சிலிகாவை உடையது. இது சற்று அதிக பாகுத்தன்மை உடையது. இதனால் அடிக்கடி எரிவாய்த்துளை அடைக்கப்படுகிறது. இதன் விளைவாக வாயுக்கள் தரையினுள் திரண்டு சேருகின்றன. இதனால்தான் எரிமலை வெடிக்கும் முன் தரையடிக்குள் குமுறல்கள் ஏற்படுகின்றன. லாவா பாகுத்தன்மை உடையதால் குண்டுகள் திருகப் படுவதில்லை. இவை தரையில் விழுந்ததும் தட்டையாகிவிடுகின்றன. லாவா ஆறுகள் அதிகத் தொலைவு பரவுவதில்லை; இவை குளிர்ந்ததும் உருவமற்ற திரளைகளை உண்டாக்குகின்றன. காம்சட்கா, சிஸிலியின் மவுண்ட் எட்னா, இட்டேலியின் வெசூவியஸ், மத்திய தரைக் கடலில் லிப்பாரி தீவுகளின் தென் கோடியிலுள்ள மவுண்ட் வல்கானோ ஆகியவை இவ்வகையின.

4. பீலியன் வகை (Pelean type): இவ்வகை எரிமலைப் பாகு போன்ற லாவாவை வெளியேற்றுகிறது; லாவா எரிவாயில் கட்டியாகி வாயுக்களை வெளியே போக முடியாமல் தடுக்கிறது. இதனால் தான் எரிமலை வெடிக்கும் முன் வன்மையான பாதாளக் குமுறல்கள் ஏற்படுகின்றன. இம்மலை வெடிப்பதால் வாயுக்கள், சாம்பல், லேப்பில்லி, குண்டுகள் ஆகியவை பெருமளவில் வெளியே எறியப் படுகின்றன. இதிலிருந்து வெளியேறும் வாயுக்கள் 700° செ.—க்கும் அதிக அளவு வெப்ப முடையன. இதனால் புயல் காற்றைப் போல் வேகமாக எரிமலைச் சரிவுகளின் கீழே வீசியடிக்கும் போது இந்த வாயுக்கள் வழியில் இருக்கும் எல்லாப் பொருள்களையும் அழித்துவிடுகின்றன. மவுண்ட் பீலி வெடித்தபோது மார்டினிக் தீவில் இருந்த செயிண்ட் பியர்ரீ நகரம் இத்தகைய மேகங்களால் அழிக்கப்பட்டது.

5. பாண்டாய் வகை (Bandai type): இவ்வகை எரிமலைகளில் உமிழ்வு ஏற்படும்போது வன்மையான அதிர்ச்சிகளும் வெடிகளும் ஏற்படுகின்றன. பெருமளவு வாயுக்களும் சாம்பலும் எரியப்படுகின்றன. சிலபோது வன்மை மிக்க ஒரு கிளர்ச்சியினால் மொத்த எரிமலையும் தகர்த்தெறியப்படுவதுண்டு. பாண்டாய், க்ராகாடுவா, காட்மாய் ஆகிய எரிமலைகள் இவ்வாறு அழிக்கப்பட்டன. இவற்றில் உமிழ்வின்போது லாவாவே இருப்பதில்லை; ஏனெனில், எரிமலைக்கு வரும் மேக்மா அதிக அளவு அமிலச் சத்துடையதாக இருப்பதால் மிகவும் பாகுமை வாய்ந்ததாக இருக்கலாம்.

6. எரிமலைக் குழாய்கள் (Diatremes): லாவாக்களே வெளிவராமல் வெறும் வாயுக்கள் மட்டும் வன்மையான முறையில் ஒரு முறை மட்டும் வெளியேறும்போது உண்டாகின்றன. இவற்றின் எரிதுளை நீள்வட்ட வடிவமுடையது. இதன் எரிவாய் கிண்ணம் போன்று குழிவானது; இதன் சரிவுகள் மென் சாய்வுடையவை; இதன் விட்டம் பல பத்து மீட்டர்கள் முதல் 3 அல்லது 4 கி.மீ. வரை உள்ளது. எரிவாயின் (crater) அடித்தரை நிலப்பரப்புக்குக்கீழே உள்ளது. இத்தகைய எரிமலைகள் சிலவற்றின் எரிவாய்களைச் சுற்றிலும் உமிழப்பட்ட எரிமலைத் துகள்கள் சுவர் போல் அமைவதுண்டு. சில எரிவாய்களில் ஏரிகள் உள்ளன (maars, படம் 92). ஆனால், பெரும்பாலும் இவை புற ஆக்கச் செயல் முறைகளால் (exogenic) அழிக்கப்படுகின்றன. வெடி



படம் 92. எரிவாய் ஏரியின் வெட்டுத்தளத் தோற்றம்

குழாய்கள் (ekplosion pipes) தரையை அடைகின்றன, இவ்வகை எரிமலைகள் ஜெர்மனியிலும் (ஐஃபலில் சுமார் 130 உள்ளன) ஆப்பிரிக்காவிலும் (கிம்பர்லி மலைகளில் உள்ள வைரவய எரிமலைக் குழாய்கள்), சோவியத் யூனியனிலும் (யகுடியாவிலுள்ள

கிம்பர்லி வகை குழாய்கள்), மெக்ஸிகோவிலும் மற்ற இடங்களிலும் உள்ளன.

வெடிப்பு எரிமலைகள் (Fissure volcanoes) : மேலே விவரித்த எரிமலைகள் ஒன்றே குறிப்பிட்ட ஊட்ட மையத்தை உடையன. ஆகவே, இவற்றை மைய—எரிமலைகள் என்பர். இவற்றுக்கு மாறாக, புவிப்பொருக்கில் ஏற்பட்டுள்ள வெடிப்புகளின் வழியாக வாயுக்களையும், லாவாக்களையும் வெளியிடும் எரிமலைகள் உள்ளன; இவற்றுக்கு மைய ‡எரிவாய் இல்லை. சில இடங்களில் வெடிப்புகள் ஒரு பொதுவான மேக்மா அறையிலிருந்து உண்டாக்கப்பட்ட எரிமலைப் பொதிபோல் காணப்படுவதுண்டு. ஐஸ்லாந்தில் இத்தகைய தகைசால்பான எரிமலைகள் உள்ளன. இவற்றில் சில 40 கி. மீ, நீளம் உள்ளன; இவை பெருமளவு லாவாவை வெளிவிடுகின்றன; இவை இருமருங்கிலும் பெரும் பகுதியைக் கவர்ந்தவாறு உள்ளன. அடிக்கடி வெடிப்புகளின் நெடுகிலும் ஆங்காங்கு நீளம் நீளமான எரிமலைக் குவியல்கள் காணப்படுகின்றன.

பல வெடிப்பு எரிமலைகள் கூம்பு வடிவத்தில் இருப்பதில்லை; இவற்றின் லாவா மேற்பரப்பில் பரவிவிடுகிறது. இந்த லாவா படலங்கள் மைய எரிமலைகளின் லாவா ஓட்டங்களுக்கு மாறுபட்டவை. மைய எரிமலையின் அடிப்பகுதியில் லாவா ஓட்டங்கள் ஒரு கிலோமீட்டருக்கும் அகலமாக இருப்பதில்லை; 100 மீட்டருக்கும் தடிப்பாக இருப்பதில்லை. இவை 15—20 கி. மீட்டருக்கும் அதிக நீளம் உடையவை. இதற்கு மாறாக; லாவா படலங்கள் அடிக்கடி பெரும் பரப்பைக் கவர்ந்துள்ளன. சில பண்டைய எரிமலைகளின் படலங்கள் பல பத்து அல்லது நூறு ஆயிரம் சதுர கி.மீ பரப்பைக் கவர்ந்துள்ளன. (ஆர்மீனியா, இந்தியாவின் தக்கணப் பீடபூமி, தென் அமெரிக்கா போன்ற இடங்களில் உள்ளன).

தற்போது பெரும்பாலும் மைய எரிமலைகளே ஏற்படுகின்றன. வெடிப்பு உமிழ்வுகளும் பரவலான உமிழ்வுகளும் பண்டைய நிலப்பொதியியல் காலங்களில் புவியின்பொருக்கு மெல்லியதாக இருந்தபோது மேம்பட்டிருந்தன.

மேற்பரப்பில் உமிழப்படும் லாவா, ஓட்டங்களையும் படலங்களையும் கொம்மைகளையும் உண்டாக்குகின்றன. இது பொருக்குபோல் கடினமாக இறுகுகிறது; இது அரிய வெப்பக் கடத்தியாகும். ஆனால், இப் பொருக்கினடியில் உமிழ்வுக்குப் பிறகு பல நாட்களுக்கும் லாவா ஓடிக்கொண்டே இருக்கிறது. இதனால்தான், லாவா ஓட்டங்களிலும் படலங்களிலும் பல குழிவுகள் உள்ளன.

இவற்றில் சில மிகப்பெரிதாய் உள்ளன. எடுத்துக்காட்டாக, கலி போர்னியாவில் மவுண்ட் ஷாஸ்தாவின் சரிவுகளில் 20-25 மீட்டர் உயரமும் 6-20 மீட்டர்அகலமும் 1.5கி.மீ. நீளமும் கொண்ட குழிவு ஒன்றுஉள்ளது. கூரைப் பாறையின் தடிப்பு 3-20 மீட்டர் உள்ளது.

சோவியத் ரஷ்யாவில் சிவான் (Sevan) ஏரியைச் சுற்றிலும் உள்ள லாவா படலங்களில் குழிவுகள் உள்ளன. ஆர்மெனி யாவில் கார்லியாக உள்ள குழிவுகளை ஆடுமாடுகளை அடைத்து வைக்கப் பயன்படுத்துகிறார்கள்.

லாவாக்கள் குளிர்ந்து இறுகும்போது அவற்றில் ஒரு சீரான வெடிப்பு அமைப்பு உண்டாகிறது. காரப்பாறையில் இத்தகைய வெடிப்புகளாலும் பிளவுகளாலும் தூண் போன்ற அல்லது பட் டகம் போன்ற உருவங்கள் உண்டாகின்றன. அமிலப் பாறைகளில் வேறு பலவகைப் பிளவுகள் உண்டாகின்றன.

எரிமலைகள் காணப்படும் இடங்கள் (Distribution of volcanoes): புவிப்பரப்பில் எரிமலைகள் சீரற்ற முறையில் பரவியுள்ளன. ஆஸ்திரேலியா போன்ற சில கண்டங்களில் எரிமலைகளே இல்லை. ஐரோப்பாவில், ஸிஸிலியையும் அதை அடுத்துள்ள சில தீவு களையும் விட்டுவிட்டால், வெஸுவியஸ் எரிமலை ஒன்று மட்டுமே உள்ளது. இது அப்பினைன் மலைகளில் உள்ளது. ஆப்பிரிக்காவில் பல எரிமலைகள் உள்ளன. ஆசியாவில் காம்சட்காவில் எரிமலைகள் செறிவாக உள்ளன. மஞ்சூரியாவில் ஓய்ந்தவாறு காணப்படும் ஒரு எரிமலைத் தொகுப்பு உள்ளது. காகாஸஸ் மலையில் மவுண்ட் எல்பிரஸும் (Elbrus), அராரட்டும் (Ararat) வெகு அண்மை வரையில் உயிருடன் இருந்தன. அண்டார்க்டிக்கில் இரண்டு பெரிய எரிமலைகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. தெரிந்துள்ள எரி மலைகளில் மிகப் பெரிய எண்ணிக்கை அமெரிக்க பசிபிக் கடற் பரப்பில் உள்ளது.

முக்கிய எரிமலை வயப்பகுதி ஆசியா கண்டத்தினை அடுத்துள்ள பசிபிக் தீவுகளில் உள்ளது; அலியூஷியன் தீவுகள், குரில் தீவுகள், ஜப்பான், சுண்டா தீவுகள், பிலிப்பைன் தீவுகள், நியூகினியா மற்றும் பல. இந்தத் தீவுகளிலுள்ள சில எரிமலைகள், தீவிரமான கிளர்ச்சியும் பேரளவும் உடைய எரிமலைகளாகும். அட்லாண்டிக் கடலில் ஐஸ்லாந்திலும், கேப்வெர்டே (Cape Verde) தீவுகளிலும், கேனரி தீவுகளிலும், லெஸ்ஸர் ஆண்டில்ஸிலும் (Lesser Antilles) எரிமலைகள் உள்ளன.

ஆகவே, எரிமலைகள் உள்ள முக்கியப் பகுதிகள் பசிபிக் கடலைச் சூழ்ந்துள்ள ஏரியியல் வளையத்திலும், மெடிட்டெர்ரேனியன்

கிடைக்கோட்டுப் பட்டையிலும், அட்லாண்டிக்கின் கிழக்கு விளிம்பிலும் கிழக்கு ஆப்பிரிக்க மெரிடியன் பட்டையிலும் உள்ளன.

புவிப்பொருக்கிலுள்ள நிலப்பொதியியல் கால முறைப்படி அண்மைய பிளவுப் பெயர்ச்சிகள் எரிமலை இயக்கம் சம்பந்தப்பட்ட பகுதிகளில் ஏற்பட்டுள்ளன என்பதை நிலப்பொதியியல் புள்ளிவிவரங்கள் தெரிவிக்கின்றன. இப்பிளவுகள் மாகடல்களின் கரை ஓரங்களுக்கு இணையாக உள்ளன. சிலபோது நிலப்பகுதியின் நடுப்பகுதிகளிலும் (inland) ஏற்படுகின்றன.

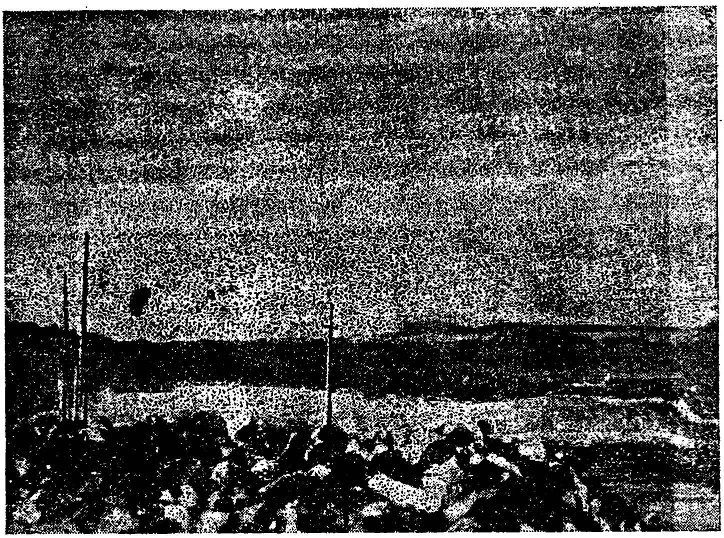
சோவியத் யூனியனிலுள்ள எரிமலைகள்: சோவியத் நாட்டில் காம்சட்காவிலும் குரில் (Kuril) தீவுகளிலும் உயிருள்ள எரிமலைகள் உள்ளன. இவை பசிபிக் வளையத்தைச் சேர்ந்தவை.

காம்சாட்காவிலுள்ள எரிமலைகள் முதல் முதலாக S. கிராஷ்யெனின்னிகோவால் (S. Krasheninnikov) விவரிக்கப்பட்டன. இத் தீபகற்பத்தின் எரிமலையியக்கத்தின் குணங்களைப் பொதுவாக இவரே விளக்கினார். 20 ஆம் நூற்றாண்டின் முன் பகுதியில் K. போக்டானேவிச், S. கோன்ராடி, V. கோமரோவ் ஆகியோராலும் அண்மையில் A. ஜாவரிட்ஸ்கி (A. Zavaritsky) யினாலும் காம்சட்கா எரிமலைகள் விவரிக்கப்பட்டுள்ளன.

காம்சட்கா எரிமலைகள் ஏறக்குறைய இணையாக உள்ள மூன்றுக்கும் மேற்பட்ட வரிசைகளாக அமைந்துள்ளன. இவை இத் தீபகற்பத்தின் முன் மலைத் தொடர்களுக்கு இணையாக உள்ளன. இத் தீபகற்பத்தில் 180 எரிமலைகள் உள்ளன. இவற்றில் 22 உயிருடன் உள்ளன. 158 மனித நினைவுக்கு எட்டிய காலத்திலிருந்தே தணிந்தவாறுள்ளன. இவை அனைத்தும் காம்சட்காவின் தென் பாதியில் உள்ளன. உயிருள்ளவை கிழக்குப் பகுதியில் செறிந்தவாறு உள்ளன. இத் தீபகற்பத்தின் வடபகுதியில் எரிமலைகளே இல்லை.

காம்சட்கா எரிமலைகளில் மிகப் பெரியது மவுண்ட் கிளையூசெவ்ஸ்காயா (Klyuchevskaya—4,850 மீ.) இதுவே உலகில் மூன்ருவது உயர்ந்த எரிமலை. தென் அமெரிக்க ஆண்டீஸ் மலையிலுள்ள மவுண்ட் கோடோபாக்ஸி (Cotopaxi—5,960 மீ.) இரண்டாவது உயரமலை. ஆப்பிரிக்காவிலுள்ள மவுண்ட் கிலிமாஞ்ஜாரோ (Kilimanjaro—6,110 மீ.) எல்லாவற்றையும்விட உயரமானது. கிளையூசெவ்ஸ்காயா அடிக்கடி கிளர்வடைகிறது. சிலபோது இக் கிளர்வுகள் குறுகிய காலம் நடைபெறும் வெடிகளாக உள்ளன;

ஆனாலும், தொடர்ந்து மூன்று ஆண்டுகள் வரை கிளர்ச்சி பெற்றிருந்ததும் உண்டு. இதன் கடைசி பெரிய கிளர்ச்சி 1956-ல் நடைபெற்றது (படம் 93).



படம் 93. க்ளையூசெவ்ஸ்காயா மலையில் எரி இயக்கம்

கிளையூசெவ்ஸ் காயாவுக்கு அடுத்தபடி பெரியதான மவுண்ட் உட்கின்ஸ்காயா (3,352 மீ) மலையும் சிறிய மவுண்ட் கிரெஸ்டோ வாயாவும் உள்ளன. இவை மூன்றும் ஒரு குழுவாக உள்ளன.

இக் குழுவுக்குத் தெற்கே உயிருள்ள தட்டையான மவுண்ட் டோல் பாசிக் (Tolbachik) உள்ளது. கிரோ நோவாயா (Krono-vaya) விரிகுடாவின் கரையில் மவுண்ட் க்ரோ நோட்ஸ்காயா (Kronotskaya-3,033மீ.); க்ரேட், லிட்டில் செம்யாசிக்கி (Semya-chiki), மவுண்ட் ஜுபாநோவா (Zhupanova—2,580மீ.); மவுண்ட் அவாசின்ஸ்காயா (avachinskaya—2,547மீ.) மவுண்ட் கோரியாட்ஸ்காயா (Koryatskaya அல்லது, ஸ்ட்ரேலோஷ் நாயா) ஆகிய எரிமலைகள் உள்ளன. காம்சட்காவின் தென் கோடி முனையில் விலூசின்ஸ்காயா, ஒபல் நாயா, கலிகிளு, யாலிஞ ஆகியஎரிமலைகள் உள்ளன.

க்ளையூசெவ்ஸ் காயாவின் அருகே ஓர் எரிமலைப் பார்வை நிலையம் உள்ளது. காம்சட்கா எரிமலைகளிலேயே கிளையூசெவ்ஸ் காயாவைப் பற்றிதான் அதிகமான விவரங்கள் தெரிந்துள்ளன. இம் மலையில் கடந்த 200 ஆண்டுகளில் சுமார் 20 பெரிய எரிகிளர்ச்சிகள் நிகழ்ந்துள்ளதாகத் தெரிகிறது. இந்த எரிமலை சற்று அமைதியாக இருக்கும்போதெல்லாம் தொடர்ந்து சிறிதளவு வாயுவை வெளிவிட்டுக் கொண்டே இருக்கிறது. அவ்வப்போது இது சிறிது திரவக் கற்குழம்பையும் வெளியே எறிகிறது; இதனால், இதன் கூம்பு உயர்ந்து வருகிறது. இதன் உச்சியில் எப்போதும் பனிக்கட்டி மூடியவண்ணம் உள்ளது.

வீரியமாக இயங்கும்போது க்ளையூசெவ்ஸ் காயா சிலபோது 4½கன சதுர கி.மீ. லாவாவை வெளியே உமிழ்கிறது. எரிமலையின் கன அளவுடன் ஒப்பிடுகையில் (3,400 கனசதுர கி.மீ.) க்ளையூ செவ்ஸ் காயாவின் கூம்பு தற்போதுள்ள அளவுக்கு வளர 700 பேரளவான உமிழ்வுகள் நிகழ்ந்திருக்கவேண்டும். இந்த எரிமலை 7 அல்லது 8 ஆண்டுகளுக்கு ஒருமுறை பேரளவு உமிழ்வுகளை நிகழ்த்துகிறது என்று தெரிகிறது. இதன் அடிப்படையில் இந்த எரிமலை சுமார் 5000 ஆண்டுகளுக்கு முன் முதலில் தோன்றியிருக்க வேண்டும். இதன் இயக்கத்தில் அத்தனை காலமும் மாறுபாடுகள் ஏற்படாதிருந்தால் இந்தக் கணக்கு சரியாக இருக்கும்.

சேற்று எரிமலைகள் (mud volcanoes): சேற்று எரிமலைகள் அல்லது மண் கூம்புகள் போலி எரிமலைகளே. இவை வெளி ஆக்க (exogenous) முறைப்படி உண்டாகின்றன. இவை வெளித் தோற் றத்துக்கு எரிமலையைப் போல் இருக்கின்றன; இவை மண்ணெய் வயல்களில் (Oil fields) பரவலாகக் காணப்படுகின்றன. தமான். (Taman), கெர்ச் (Kerch) தீபகற்பங்களிலும் காப்ரிஸ்தான் (அஜெர் பைஜன்). ருமானியா, சைனா, இத்தாலி, மற்றும் பல நாடுகளில் இத்தகைய எரிமலைகள் உள்ளன.

புவிப் பொருக்கின் மேல் படலங்களில் உள்ள பிளவுகளின் மேல் இவை உண்டாகின்றன. இவை கூம்புவடிவ மேடுகளாக உள்ளன; உச்சியில் எரிவாய்க் குழியையுடையன. துளையின் வழியே சேறும் பெட்ரோலிய வாயுவும் (தானே பற்றி எரியும் தன்மை வாய்ந்ததாக இருப்பதும் உண்டு) குறிப்பிட்ட இடை நேரம் விட்டுவிட்டு வெளியே வருவதுண்டு. கூம்புகள் ஒரு சில செ.மீ. உயரம் முதல் பலநூறு மீட்டர் உயரம் வரை உள்ளன. மண் எரிமலைகளின் கூம்பு எறியப்படும் களிமண்ணால் பிணைக்கப் பட்டுள்ள பாறைத்துண்டுகளால் ஆனது.

இந்தக் களிமண் ஸோடியம் குளோரேட், ஸோடியம் சல்பேட், போரான், அயோடின், புரோமின் ஆகியவற்றின் உப்புகள் கரைந்த நீருடன் கலந்தவாறு உள்ளது. இது சுமாரான சூடாக உள்ளது; எரிவாயிலிருந்து அமைதியாக வெளியேறுகிறது; ஆனுல், அவ்வப்போது எரிமலை தீபற்றி எரியக் கூடிய ஹைட்ரோ கார்பன் வாயுவைப் பெருமளவு வெளியேற்றுகிறது. சிலபோது பல இருபது மீட்டர் உயரத்துக்கு நெட்டையாக நிற்கும் அழல் பீறிட் டெழுவதுண்டு.

'சால்ஸெஸ் (Salses) எனப்படும் எரிமலைகளும் சேற்று எரிமலை களைப் போலவே உள்ளன. இவை அண்மையில் தணிந்த அல்லது உயிருள்ள எரிமலைகளின் அருகில் உண்டாகின்றன. இவை பின்-எரியியல் இயக்கத்துடன் சம்பந்தப்பட்டவை. இவை நீராவி யையும், சேற்றையும் (களிமண்ணும் சாம்பலும் கலந்த கலவை), ஹைட்ரோஜன் சல்பைடையும், கந்தக ஆக்ஸைடையும் வெளியே உமிழ்கின்றன. ஸிஸிலி, ஜாவா மற்றும் பல பகுதிகளில் 'சால் ஸெஸ்' எரிமலைகள் உள்ளன.

பின்-எரிமலை இயக்கத்துடன் சேர்ந்தவாறு கொதி நீர்ப் பீச்சுக்களும் (geysers) கனிம-வெந்நீர் ஊற்றுகளும் (thermal-mineral springs) காணப்படுகின்றன.

புவிப் பொருக்கின் புடைபெயர்ச்சி

புவியின் உள்ளே தோன்றும் விசைகளின் விளைவால் எப்போதும் புவிப் பொருக்கில் புடை பெயர்ச்சிகள் நிகழ்கின்றன. இவை பேரளவுடைய அமிழ்வுகளையும் (downwarp) மேலெழுச்சி களையும் (uplift) உண்டாக்குகின்றன. பாறைப் படங்களை அழுத்தி மடிக்கின்றன; பாறை அடுக்குகளை உடைக்கின்றன.

இப் புடை பெயர்ச்சிகள் புவிப் பெரறைப் பிறழ்ச்சி விசை களால் (tectonic forces) உண்டாகின்றன. இத்தகைய இயக்கத் தால் புவிப் பொருக்கின் அமைப்பில் முக்கியமான மாறுதல்கள் ஏற்படுத்தப் படுகின்றன. புவியின் உள் விசைகளின் இயக்கங்கள் புவி அதிர்ச்சிகளில் கருத்தைக் கவரும் முறையில் வெளிப்படு கின்றன. இத்தகைய நிகழ்ச்சிகளின்போது புவிப் பொருக்கின் புடை பெயர்ச்சிகளை நேரில் கண்டு ஆராயலாம்.

நில அதிர்ச்சிகள்

நில அதிர்ச்சிகள் (earthquakes) இயற்கையில் உண்டாகும் பேரிடர்ப்பாடுகள். இவை பெரும் பரப்புகளைச் சேதப்படுத்து கின்றன. பேரெண்ணிக்கைகளில் உயிர்ச்சேதம் விளைவிக்கின்றன. நகரங்களையே முழுதுமாக அழிக்கின்றன. ஆனால், புவியில் மொத்தம் பலநூறு ஆயிரம் அதிர்ச்சிகள் இடைவிடாது நிகழ்ந்த வாறே இருந்தாலும், மிக்க அழிவை ஏற்படுத்தக்கூடிய பெரிய அதிர்ச்சிகள் பத்துக்கு மேல் ஏற்படுவதில்லை. சாதாரண சிறுசிறு அதிர்ச்சிகள் நில அதிர்ச்சிப் பொறிகளால் (Seimograph) மட்டுமே உணரப்படுகின்றன. நில அதிர்ச்சிகளைப் பற்றிய ஆய்வுக்கு நில அதிர்ச்சியியல் (seismology) என்று பெயர்.

நில அதிர்ச்சிகளின் பிறப்பு: நில அதிர்ச்சிகள் மூன்று வகைப் படும். இவற்றின் பாகுபாடு இவை உண்டாகும் காரணங்களைப் பொருத்தது.

1. விழு நில-அதிர்ச்சிகள் (Fall earthquakes) இவை மலைச் சரிவுகளில் பெரிய பாறை வீழ்ச்சிகளாலோ அல்லது குகைகளின் உள்ளே இருந்து கூரைப் பகுதிகள் உள் வீழ்வதாலோ உண்டா கின்றன. இவற்றின் அதிர்ச்சி ஆரவீச்சு மிகச் சிறிதே.

2. எரிமலை அதிர்ச்சிகள் எரிமலையியக்கத்தால் உண்டா கின்றன. பலபோது இந்த நில அதிர்ச்சிகள் எரிமலை உமிழ்வு களுக்கு முன் நிகழ்கின்றன; ஆனால், அடிக்கடி இவை எரியியக்கத் துடன் சேர்ந்தாற்போல் இயங்குகின்றன, இவை முன் கூறிய வகையைவிட ஒரு சிறிதே அதிகமான பரப்பளவில் உணரப் படுகின்றன.

3. புவிப் பிறழ்ச்சி அதிர்ச்சிகள் (tectonic earth quakes) மலை-வளர் கிளர்ச்சிகளுடன் சேர்ந்தவாறு நிகழ்கின்றன. இவை மிகப் பரவலாக நிகழ்பவை.

விழு-நில-அதிர்ச்சிகள்: இவை போலி நில அதிர்ச்சித் தோற்றப் பாடுகளே.

எரிமலையியல் நில அதிர்ச்சிகள்: காம்சட்கா போன்ற இயங்கும் எரிமலைகள் உள்ள பகுதிகளில் எரிமலை உமிழ்வுகளின் முன்போ கூடவேயோ வன்மையான நில அதிர்ச்சிகள் நிகழ்கின்றன. ஹாவாய் தீவுகளில் மௌனலோவா, கிலாயூவா ஆகிய உமிழ்வு களின்போது வன்மையான நிலஅதிர்ச்சிகள் நிகழ்கின்றன. கண்டா

கடற்காலில் ஏற்பட்ட கிரகாடோவா உமிழ்வின்போது பெருஞ் சேதம் விளைவித்த நில அதிர்ச்சி நிகழ்ந்தது. இதனல் ஏற்பட்ட வெடித்தலும் அதிர்ச்சியும் மிகப் பெரியபொங்கோத அலையை எழுப்பின. இந்த அலைகள் எரிமலைப் பகுதியில் தாழ் மட்டத்திலிருந்த தீவுகளில் வாழ்ந்த அத்தனை மக்களையும்அடித்துக் சென்று விட்டன. இவை அருகிலிருக்கும் சுமத்ரா ஜாவா ஆகிய தீவுகளிலும் பெஞ் சேதம் விளைவித்தன.

புவிப்பிறழ்ச்சி அதிர்ச்சிகள் இத்தகைய நிலஅதிர்ச்சிகள் 70கி.மீ. ஆழம் வரை, ஸையால் (Sial) ஓட்டுப் பகுதியில் முக்கியமாக, நிகழ்கின்றன. ஓக் கோட்ஸ்க் (okhostk) கடலில் 800 கி.மீ. ஆழத்தில் கூட நில அதிர்ச்சிகள் ஏற்பட்டுள்ளன.

புவிப் பிறழ்ச்சி விசைகளிஞல் ஏற்படும் நிலஅதிர்ச்சிகள் இரண்டு பகுதிகளில் செறிந்துள்ளன. ஒன்று பசிபிக் மாகடலைச் சுற்றியுள்ள மலைத் தொடர் பட்டைகளும், அவற்றை அடுத்த தீபகற்பங்களும், தீவுகளும் அடங்கியது. மற்ருென்று மெக்ஸிகோ வளைகுடாவிலிருந்து கிழக்கு முகமாக நீண்டு மத்தியதரைக் கடலையடுத்த நிலப் பகுதிகளையும் சேர்க்கும்; இது காகாஸஸ் மலைகள், நடு ஆசியாவின் மலைத் தொடர்கள் ஆகியவற்றின் மூலம் பசிபிக் நில அதிர்ச்சிப் பட்டையுடன் சேருகிறது. மற்ற நில அதிர்ச்சிப் பகுதிகளில் நடு—அட்லாண்டிக் மேடும், கிழக்கு ஆப்பிரிக்காவின் பெரிய ஏரிகளும் சேரும்.

இவ்வாறு மலைவளர் கிளர்ச்சிகள் அண்மைக் காலத்தில் நடைபெறுள்ள பகுதிகளிலும் (ஆல்ப்ஸ்மடிப்பு), அவற்றையடுத்துள்ள பண்டை மலை-வளர் கிளர்ச்சிகள் நடந்து பின் தற்காலத்தில் மீண்டும் மடிக்கப்பட்டுள்ள பகுதிகளிலும் (ஆல்ப்ஸ்) நில அதிர்ச்சிகள் நிகழ்கின்றன. இப் பகுதிகளில் நிலப்பொதியியல் அமைப்புகள் மாறுபடும் நிலையில் உள்ளன. மீண்டும் மடிக்கப்படும் பகுதிகளில் பிளவுப் பெயர்ச்சிகள் அதிகம் உள்ளதால் அங்கு நிகழும் நில அதிர்ச்சிகள் வன்மை மிக்கவையாக உள்ளன. நில அதிர்ச்சிகள் ஏற்படும்போது பழைய பிளவுகளில் மீண்டும் நெகிழ்ச்சிகள் ஏற்படுகின்றன; அல்லது புதிய பிளவுகள் உண்டாகின்றன. 1957-ல் கோபி-ஆல்டாய் பகுதியில் ஏற்பட்ட 11—12 புள்ளி நில அதிர்ச்சி இதற்கு நல்ல எடுத்துக்காட்டு. இதன் நுண் விளைவைக் (micro effect) கருதும்போது இதுவே உலக வரலாற்றில் நடந்த மிக வன்மையான நில அதிர்ச்சி என்று கூறவேண்டும். இப் பகுதிகளில் நில அதிர்ச்சிகளின் எதிர் அதிர்வுகள் வெகு தூரங்களுக்கு உணரப்படுகின்றன. எடுத்துக்

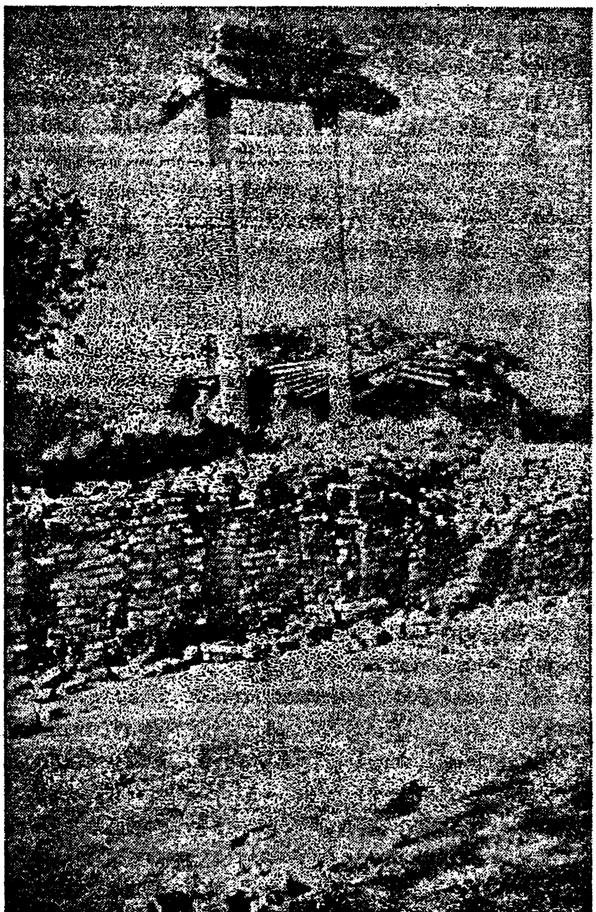
காட்டாக, 1949ஆம் ஆண்டு கார்ப்பாத்தியன் மலைகளில் ஏற்பட்ட நில அதிர்ச்சி மாஸ்கோ, கார்கவ் (Kharkov), வொரோனெஜ் (vozronez), கியிவ் (Kiev), ல்வொவ் (Lvov) மற்றும் பல நகரங்களில் உணரப்பட்டது. சமதரை நிலஅதிர்ச்சிகள் அரிதான தோற்றப்பாடுகள்; இவை சேதம் விளைவிப்பதில்லை.

இளைய மடிப்பு அமைப்புகள் உள்ள மலைப்பாங்கான பகுதிகளிலும், மலையடிவாரங்களிலும் நில அதிர்ச்சிகள் மிகவும் வலிமையானவை. எடுத்துக்காட்டாக, பாமிர் மலையிலும் டியென்ஷான் மலையிலும் வன்மையான நிலஅதிர்ச்சிகள் நிகழ்கின்றன. 1882ஆம் ஆண்டிலும் 1911ஆம் ஆண்டிலும் ஆல்மா-ஆடா (Alma-Ata) எனப்படும் ஊர் வீரியமான நில அதிர்ச்சிகளுக்கு உட்பட்டது. பின்னைய நிலஅதிர்ச்சி (Jan-4) ஆல்மா-ஆடாவுக்குச் சற்று தெற்கே உள்ள கெபின் ஆற்றுப் பள்ளத்தாக்கில் நிகழ்ந்தது. இதன் விசையும், பரவு பரப்பும் பேரளவினதாக இருந்தன. இந்த நில அதிர்ச்சியின் நிலஅடித்தாக்குதல்கள் ஒரு மில்லியனுக்கும் அதிகமான சதுர கி.மீ. பரப்பில் உணரப்பட்டன. அதிர்ச்சி அலைகள் புவியில் எங்கும் பரவின. இவை புவிக்கோளத்தை மூன்று முறை சுற்றி வந்தன. சில நிலப்பகுதிகளின் மேற்பரப்பில் எண்ணற்ற வெடிப்புப் பள்ளங்கள் ஏற்பட்டதால் ஏதோ ஒரு பெரிய கலப்பை கொண்டு உழுதாற் போல் தோன்றியது. (படம் 94)



படம் 94. நில அதிர்ச்சியால் உண்டான நிலவெடிப்புகள்

பாமிர். டீயென்ஷான் மலைகளின் அடிவாரப் பகுதிகளில் ஏற்படும் நில அதிர்ச்சிகளும் மிகவும் கடுமையானவை. எடுத்துக்காட்டாக, டாஷ்கெண்ட், சமர்கண்டு ஆகிய இடங்களிலுள்ள வீடுகளின் சுவர்களை இவை வெடிக்க வைக்கின்றன; சரியாகக் கட்டப்படாத வீடுகளை அழித்துவிடுகின்றன. 1929ஆம் ஆண்டிலும், 1948ஆம் ஆண்டிலும் அஷ்காபாதில் பேரிடர் விளைவித்த நில அதிர்ச்சிகள் ஏற்பட்டன (படம் 95). இவற்றின் உள் மையங்கள்



படம் 95. அஷ்காபாதில் 1848ஆம் ஆண்டு நிலஅதிர்ச்சியால் அழிக்கப்பட்ட இந்த வீடு, நல்ல பொருள்களால் கட்டப்படவில்லை.

(Hypocentres) 15—20 கி.மீ. ஆழத்தில் இருந்தன. 1960ஆம் ஆண்டு அகாடிரில் (Agadir) நிகழ்ந்த பெரும் நில அதிர்ச்சியின் உள் மையம் 5—10 கி.மீ. ஆழத்தில் இருந்தது.

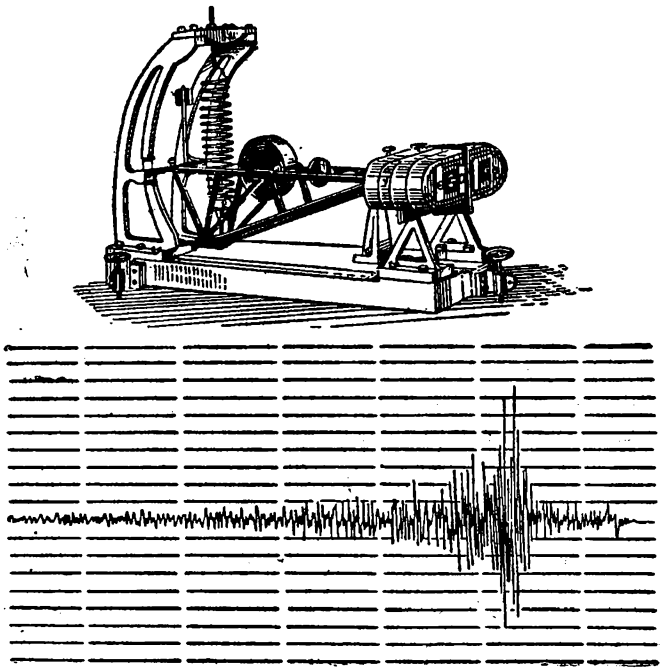
மேலே குறிப்பிட்ட இரண்டு நிலப்பட்டைகளின் உள்ளடங்கிய பகுதிகள் அத்தனையிலும் (இத்தாலி, சீனு, ஜப்பான், மற்ற நாடுகள்) கடுமையான நில அதிர்ச்சிகள் உண்டாகின்றன.

உள் மையமும் (Hypocentre) **வெளிமையமும்** (Epicentre): புவிப் பரப்பின் எல்லாப் புள்ளிகளிலும் நில அதிர்ச்சியின் விசை ஒன்று போல இருப்பதில்லை. புவிப் பரப்பில் எந்தப் புள்ளியில் நில அதிர்ச்சியின் விசை மிகஅதிகமாக இருக்கிறதோ அப்புள்ளியே வெளிமையம் இதற்கு நேர் கீழே உள் மையம் உள்ளது; இப் புள்ளியில் தான் நிலஅதிர்ச்சி பிறக்கிறது. புவிப்பொறைப் பிறழ்ச்சி விசைகள் போன்ற காரணங்களால் உள் மையத்தில் வீரியம் மிக்க அதிர்ச்சிகள் உண்டாகின்றன. இவற்றால் அதிர்ச்சி அலைகள் உண்டாகி நேர் மேலேயுள்ள வெளி மையத்தை அடைகின்றன. கோளத்தின் சம கிடையான பரப்புக்களிலும் பரவுகின்றன. இவ்வாறு இவை புவிப்பிழம்பின் முழுதிலும் பரவுகின்றன.

நில அதிர்ச்சிப் பொறியும் (Seismograph) **நில அதிர்ச்சிப் படமும்** (Seismogram): தனி ஊசல் (pendulam) போன்ற ஒரு வகைக் கருவியான நில அதிர்ச்சிப் பொறியைக் கொண்டு, நில அதிர்ச்சி அலைகளைப் புவிமேற் பரப்பிலிருந்து கொண்டே ஆராயலாம். ஊசல் முறைகளிலும் பல வகைகள் உள்ளன. ஊசல் செங்குத்தாக இருந்தால் அதில் ஒரு மெல்லிய கம்பியின் கூர்முனை கொண்ட எடை ஒன்று தொங்கவிடப்பட்டிருக்கும். இக்கூர்முனை கடிகார ஓட்டம் கொண்ட ஒரு நீள் உருளையின்மேல் தொடுமாறு பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இக்கருவி பொருத்தப் பட்டுள்ள இடத்தில் நில அதிர்ச்சி ஏதும் இல்லாதபோது இந்த நீர் உருளையின் மேல் இம்முனை ஒரு நேர்கோட்டை வரையும். நிலஅதிர்ச்சி உள்ளபோது ஊசல்குண்டு அப்படியே தொங்கிக் கொண்டிருக்கும்; ஆனல் நீள் உருளை தரையுடன் சேர்ந்து அதிர்ச்சியுறும்; இதனல் அலைஅலையாக வளையும்கோடு வரையப் படும். இந்த அலைவடிவக் கோடுகளின் அளவு நில அதிர்ச்சியின் விசையைப் பொருத்தது. இவ்வாறு வரையப்படும் பதிவுக்கு நிலஅதிர்ச்சிப் படம் என்று பெயர். சமகிடையில் ஏற்படும் அதிர்ச்சிகளைச் செங்குத்தான ஊசல் மூலம் பதிவு செய்ய முடியும். செங்குத்தான அதிர்ச்சிகளைச் சம கிடையாக அசையும் ஊசல்

மூலம் பதிவு செய்ய முடியும். இரண்டு வகை ஊசல்களும் ஒரே போது இயங்கும்படிச் செய்தால் உண்மையான அதிர்ச்சி திசையைக் கண்டு பிடித்து விடலாம்.

நில அதிர்ச்சிப் பொறிகளில் சிறந்தது கோலிட்ஸின் பொறி (Golitsyn Seismograph). சோவியத் யூனியனிலும் மற்ற வெளி நாடுகளிலும் இதைப் பயன் படுத்துகிறார்கள் (படம் 96).



படம் 96. கோலிட்ஸின் நில அதிர்ச்சிப் பொறியும், அதிலிருந்து எடுத்த நில அதிர்ச்சிப்படமும்.

அண்மை ஆண்டுகளில் சோவியத் யூனியனில் நில அதிர்ச்சிப் பொறிகளில் இன்னும் பல திருத்தங்கள் ஏற்பட்டுள்ளன. P. நிகிஃபோரோவ் (P. Nikiforov), V. போன்ச்கோவ்ஸ்கி (V. Bonchkovsky), D. கிர்னோஸ் (D. Kirnos), D. காரின் (D. Kharin), ஆகியோரால் செய்யப்பட்டுள்ள கருவிகள் சோவியத் யூனியனின் பல புதிய நில அதிர்ச்சி நிலையங்களில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவை மிகவும் கூர் உணர்வுத்திறம் (sensitive) வாய்ந்தவை.

நில அதிர்ச்சியின்போது புவிப்பொருக்கில் ஏற்படும் புடைபெயர்ச்சி : உள்மையத்தில் ஏற்படும் புடைபெயர்ச்சிகளின் குணத்தை நில அதிர்ச்சிப் படங்களைக் கண்டே தெரிந்து கொள்ளலாம். இரண்டு வகையான அதிர்ச்சிகள் உள்ளன: 1. நெடுக்கு அதிர்ச்சிகள் அல்லது அமுக்கு அதிர்ச்சிகள் (longitudinal), 2. குறுக்கு அதிர்ச்சிகள் (transversal).

நெடுக்கு அதிர்ச்சிகள் மிக வேகமாகச் செல்லும் நில அதிர்ச்சி அலைகளை உண்டாக்குகின்றன; இவை நீட்டாற்றலுடைய (resilient) கடினப்பாறைகளில் நொடிக்கு 7—8 கி. மீ. வேகம் செல்கின்றன; உதிரியான பாறைகளில் இவை குறைவான வேகத்தில் செல்கின்றன. குறுக்கு அலைகள் நெடுக்கு அலைகளின் வேகத்தில் பாதி வேகத்தில் செல்கின்றன. ஆகவே, நெடுக்கு அலைகள் வெளிமையத்தை முதலில் அடைகின்றன; இவையே முதலில் நில அதிர்ச்சிக் கருவிகளில் பதிவாகின்றன. வெளிமையத்திலிருந்து 'மேற்பரப்பு' அல்லது 'நீள' அலைகள் புறப்பட்டு எல்லாத் திசைகளிலும் பரவுகின்றன. குறுக்கு அலைகளின் வேகத்தில் பாதி வேகத்தில் சென்றாலும் இவை மிகுந்த சேதம் விளைவிக்கின்றன. தாக்கு அலையின் திசையைப் பொருத்து புவிப்பொருக்கின் மேற்பரப்பிலுள்ள கட்டடங்கள் வெவ்வேறு அளவுகளுக்குச் சேதப்படுத்தப்படுகின்றன (படம் 97).



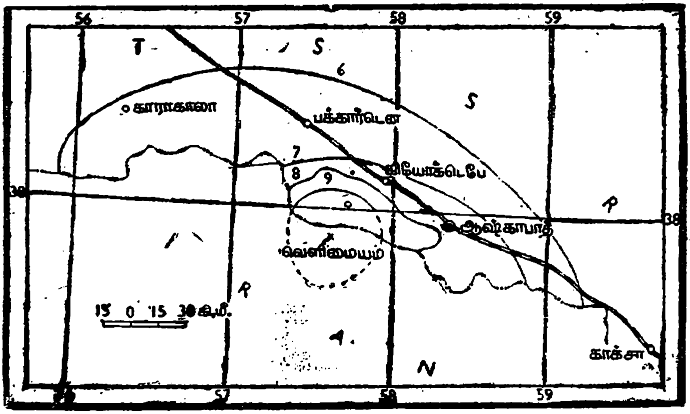
படம் 97. வெவ்வேறு திசைகளில் செல்லும் நில அதிர்ச்சிகளால் அழிக்கப்படும் ஒரு வீடு.

மேற்பரப்பு அலைகள் குளத்தில் எறியப்பட்ட கல்லினால் உண்டாக்கப்படும் நீர் அலைகளைப் போல் உள்ளன. இவை நிலத்தின் மேற்பரப்பில் அலைபோன்ற மேடுபள்ளங்கள் ஏற்படுத்துகின்றன. சற்று தளர்ச்சியான பருப்பொருள்களினூடே அலைகளை உண்டாக்கினால் இத்தகைய அலையெழுச்சிகள் உண்டாவதைக் காணலாம்.

மேற்பரப்பு அலைகள் வெளிமையத்திலிருந்து புறப்பட்டு புவியில் எங்கும் விரிந்து செல்கின்றன. ஆகவே, நேர் எதிராகச் செல்லும் அலைகள் எதிர் அரைக்கோளத்தில் மீண்டும் சந்திக்கின்றன; இவ்வாறு மீண்டும் சந்திக்கும் இடத்துக்கு எதிர் வெளிமையம் (antiepicentre) என்று பெயர்.

தற்போது ஒரு நில அதிர்ச்சியின் விசையை 12 கூறுகளுடைய ஓர் அலகினால் (அட்டவணை 4) தீர்மானிக்கிறோம். இந்த அளவு நிரலினால் நில அதிர்ச்சி மக்களின் அனுபவத்தைப் பொருத்து மட்டுமின்றி, நிலஅதிர்ச்சிக் கருவிப்பதிவுகளின் அடிப்படையிலும் தீர்மானிக்கப்படுகிறது. 2மி.மீ./செ^{2}. என்னும் வளர் விசைக்கும் (accelaration) குறைவான வேகத்தில் செல்லும் அதிர்ச்சிகளை மக்களால் உணர முடியாது; ஆனால், நில அதிர்ச்சிக் கருவிகள் பதிவு செய்கின்றன. வன்மையான நில அதிர்ச்சிகள் 5000 மி. மீ./செ.^{2} வளர்விசையுடைய அதிர்ச்சிகளை உண்டாக்குகின்றன.

உள் மையத்தில் ஆரம்பமாகும் அதிர்ச்சிகள் வெளிமையத்தை நோக்கி முதலில் செலுத்தப்படுகின்றன. இங்குதான் மிகவும் வன்மையான அதிர்ச்சி உணரப்படுகிறது. வெளிமையத்திலிருந்து அதிர்ச்சிகள் பரவிச்செல்லும்போது போகப்போக விசை குறைந்து விடுகின்றன. ஒரு தலப்படத்தில் ஒரே அளவு நில அதிர்ச்சி விசையால் பாதிக்கப்பட்ட எல்லாப் புள்ளிகளையும் (இடங்களையும்) ஒரு கோட்டினால் இணைத்தால் சம அதிர்ச்சிக் கோடு (Isoseismal line) கிடைக்கிறது (படம் 98) ; எடுத்துக்காட்டாக, ஒரு 5ஆம் கூறு அல்லது 4ஆம் கூறு சம அதிர்ச்சிக்கோடு. இக்கோடுகள் மூடிய வளைவுகளாக உள்ளன. இவை அடிக்கடி சீரற்ற உருவத்தைப் பெற்றுள்ளன; ஏனெனில், நில அதிர்ச்சியால் உண்டாகும் சேதங்கள் பாறைகளின் அடர்வு எண்ணைப் பொருத்துள்ளது. (தணற்பாறைகள், காரையால் பிணைக்கப்பட்ட பாறைகள், உதிரியான பாறைகள் ஆகியவை) ஆகவே, சம அதிர்ச்சிக் கோடு ஒன்றின் வளைவு நில அதிர்ச்சியால் தாக்கப்படும் இடத்தின் நிலப்பொதியியல் அமைப்பைப் பொருத்துள்ளது.



படம் 98. அஷ்காபாதில் 1929ஆம் ஆண்டு நடந்த நில அதிர்ச்சியின் சம அதிர்ச்சிக் கோடுகள்.

(G. கோர்ஷ் கோவ் வரைந்ததை யொட்டியது.)
T. S. S. R—T. S. S. R. IRAN—IRAN.
Bakharden—பக்கார்டென்; geok tepe—ஜியோக்டெபே
Kara Kala—காராகாலா; Km—கிமீ;
Ashkhabad—அஷ்காபாத்; KaaKhca—காக்சா; epicentre—வெளிமையம்

வெளி மையத்துக்கும் பார்வை நிலையத்துக்கும் இடையே உள்ள தூரம் அதிகமாக ஆக, அதிர்ச்சி அலை நிலையத்தை அடைய அதிக நேரம் பிடிக்கும். ஒரே நேரத்தில் ஒரே நில அதிர்ச்சியால் தாக்கப்படும் புள்ளிகளை இணைத்தால் மூடிய வளையம் ஒன்று கிடைக்கும்; இதை 'ஹோமோசைஸ்மல்' கோடு (Homoseismal) என்பர். இது சம அதிர்ச்சிக் கோட்டுக்கு மாறாக ஒரு சீராக இருக்கும்; ஏனெனில், அதிர்ச்சியின் விரைவு (velocity) இடத்தின் நிலப்பொதியியல் அமைப்பை அவ்வளவாகப் பொருத்திருப்ப தில்லை. நில அதிர்ச்சிக் கோட்டுத் தலப்படங்கள் நிலஅதிர்ச்சிப் பதிவுகளைக் கொண்டு வரையப்படுகின்றன,

நில அதிர்ச்சிகளை முன்கூட்டி உரைத்தல் : நில அதிர்ச்சிகளைப் பற்றி முன் கூட்டியே சொல்வது நில அதிர்ச்சியியலின் ஆராய்ச்சிப் பணிகளில் ஒன்று. பல இயற்கைத் தோற்றப்பாடுகள் நில அதிர்ச்சிகளின் அறிகுறிகளாக விளங்கினாலும் இன்னும் இந்த ஆற்றலில் இன்னும் அதிக முன்னேற்றம் ஏற்படவில்லை. எடுத்துக் காட்டாக, சிலபோது நில அதிர்ச்சிக்கு முன் காந்தப் புயல்கள் ஏற்படுகின்றன; நில அதிர்ச்சி ஏற்படுவதற்கு 24 மணி நேரத் துக்கு முன் காந்தப் புயல்கள் ஏற்பட்டுள்ளன. மேலும், எரிமலை

களின் எரிவாயிலிருந்து பெருமளவு வாயுக்கள் வெளியேறுவதை நில அதிர்ச்சிகள் ஏற்படும் முன் கண்டுள்ளனர்.

நில அதிர்ச்சியை முன் கூட்டியே அறிவிக்கும் பொருட்டு பல தனிப்பட்ட கருவிகளைப் பயன்படுத்த முயற்சிகள் செய்யப் பட்டன. புவிப்பரப்பின் மேல் சாய்வு உயர்வதைத் துல்லியமாகக் காட்டும், சாய்வுஅளவிகளைப் (tilt-meters) பயன்படுத்தியதில் நல்ல முடிவுகள் கிடைத்துள்ளன. புவிப்பரப்பின் ஒவ்வொரு புள்ளியிலும் தொடுவானை நோக்கிச் சாய்வு தொடர்ந்து மாறு படுகிறது. இந்த மாற்றம் மெல்ல நடந்தாலும், நில அதிர்ச்சி ஏற்படுவதற்கு முன் இதில் வளர்-விரைவு (accelaration) காணப்படுகிறது.

அட்டவணை—4

விசை	அதிர்வு	வளர் விரைவு மி.மீ./செ^{2}	தகைசால்புகள்
1	நுண் நில அதிர்ச்சி (micro seismical)	< 2.5	நில அதிர்ச்சிக் கருவிகளால் மட்டும் உணரப்படும்.
2	மிக நலிவானது (very feeble)	2.5-5.0	கட்டடங்களின் மேல் தளங்களில் மட்டும் உணரப்படும்.
3	நலிவானது	5-10	சில மனிதர்களால் மட்டும் உணரப்படுவது; இதை சாதாரணமாக உணரமுடியாது; ஆகவே, இதனால் அச்சம் விளைவதில்லை.
4	சுமாரானது (Moderate)	10-25	கட்டடங்களின் மேலுள்ள பலராலும் உணரப்படும். அடிப் பகுதியில் உள்ளவரால் உணர முடியாது. அச்சம் விளைவிப்பதில்லை. கதவுகளை ஆட்டுகின்றன. தரையின் குறுக்குக் கட்டைகளை வெடிக்க வைக்கின்றன. தொங்கும் பொருள்களை மெல்ல ஊசலாடவைக்கின்றன.

அட்டவணை—4 (தொடர்ச்சி)

விசை	அதிர்வு	வளர் விரைவு மி.மீ./செ²	தகைசால்புகள்
5	உணரக்கூடியது (Perceptible)	25-50	வீட்டின் உள்ளே இருக்கும் எல்லோராலும், வீட்டின் வெளியே உள்ள சிலராலும் உணர முடிகிறது; தூங்குவோரை எழுப்புகிறது; சிலபேரிடையே அச்சம் விளைவிக்கிறது. கதவுகள் மூடித் திறக்கின்றன, தொங்கும் பொருள்கள் வேகமாக ஆடுகின்றன. ஊசல் கடிகாரங்கள் நின்று விடுகின்றன.
6	வலிமையானது (Strong)	50-100	வீட்டினுள் உள்ள எல்லோராலும் உணரப்படுகிறது; பலர் அச்சத்தால் தெருவை நோக்கி ஓடுகின்றனர். வீடுகளில் பொருள்கள் விழுகின்றன. காரைகள் சுவர்களில் இருந்து விழுகின்றன. சிறிய கட்டடங்கள் சிறிது சேதப்படுகின்றன.
7	வன்மையானது (Violent)	100-250	பொதுவாக அச்சத்தையும், கலவரத்தையும் உண்டாக்குகிறது. மக்களைத் தெருவை நோக்கி ஓடச் செய்கிறது. கோயில் மணிகளைத் தாமாக ஒலிக்க வைக்கிறது. புகை கூண்டுகளை உலுக்கித் தள்ளுகிறது. சில ஓடுகளை உதிர்க்கிறது. பல கட்டடங்களைச் சிறிதளவு சேதப்படுத்துகிறது.
8	சேதம் விளைவிக்க வல்லது (Destructive)	520-500	அச்சம் ஊட்டுகிறது. கட்டடங்களை அதிகமாகச் சேதப்படுத்துகிறது. சில வீடுகளின் பகுதிகளை அழித்து விடுகிறது. மனித உயிர்ச்சேதம் இல்லாவிட்டாலும் சிலருக்குக் காயம் உண்டாகிறது.

அட்டவணை—4 (தொடர்ச்சி)

விசை	அதிர்வு	வளர் விரைவு மி.மீ செ^{2}	தகைசால்புகள்
9	பெருஞ்சேதம் விளைவிக்க வல்லது (Devastating)	500-1000	சில கட்டடங்கள் முழுதுமாக அழிக்கப் படுகின்றன; பல பெருத்த சேதமடைகின்றன. சில மனிதர்கள் கொல்லப்படு கிறார்கள்.
10	மாபெருஞ் சேதம் விளை-விக்க வல்லது (Extremely devastating)	1000-2500	பல கட்டடங்கள் அழிக்கப்படு கின்றன. பலர் கொல்லப்படு கிறார்கள். புவிப் பொருக்கில் வெடிப்புகள் தோன்றுகின் றன. மலைகளில் நிலச்சரிவுகள் ஏற்படுகின்றன.
11	மாபொருங் கேடுவிளைவிக்க வல்லது (Catastrophic)	2500-5000	கட்டடங்கள் முற்றிலும் அழிக் கப்படுகின்றன. பாலங் களின் 'கான்க்ரீட்' தாங்கு சுவர்கள் (piers) நொறுங்கி விடுகின்றன; இரும்புக் கம்ப பங்கள் வளைகின்றன; அணை களும் தடைச் சுவர்களும் உடைக்கப்படுகின்றன. தரை யில் அகலமான கிடைவெடிப் புகள் உண்டாகின்றன. பல நிலச்சரிவுகளும் பாறை வீழ்ச்சி களும் ஆரம்பமாகின்றன.
12	இயல்பு கடந்த கேடு விளைவிக்க வல்லது (Exceptionally catastrophic)	>5000	நில அதிர்ச்சிகளை எதிர்க்க வேண்டிய கட்டிய கட்டடங் களும் கூட அழிக்கப்படு கின்றன. கிடைவாட்டமற்றும் குத்து வாட்ட நிலை குலைவுகள் பாறைத் தரையிலும் ஏற்படு கின்றன. எண்ணிறந்த நிலச் சரிவுகளும் பாறை வீழ்ச்சிகளும் நிகழ்கின்றன. கரைகள் உள் வீழ்கின்றன.

நில அதிர்ச்சியை எதிர்த்து நிற்கும் கட்டடம்: நிலஅதிர்ச்சிகளால் ஏற்படக் கூடிய சில அழிவுச்செயல்களை எதிர்க்கவல்ல கட்டடங்களை, எப்படிக் காட்ட வேண்டும் என்பதற்குச் சில விதிமுறைகளை வகுத்துள்ளனர். நில அதிர்ச்சிகளால் அழிவுகள் அடிக்கடி நிகழும் நாடுகளாகிய இட்டாலி, ஜப்பான் ஆகியவை இத் துறையில் நல்ல அனுபவம் பெற்றுள்ளன. வீடுகளைச் செங்குத்தான சரிவுகளில் கட்டக் கூடாது; ஓங்கல் பாறைகளின் விளிம்புகளில் கட்டக் கூடாது; உதிரியான மண்ணில் கட்டக் கூடாது. மித ஈரமான அழுவ மண்ணின்மேல் கட்டக்கூடாது. நல்லதரமான கல்லையும், சிமெண்ட்டையும் பயன்படுத்தவேண்டும். களிமண்ணுல் கட்டக்கூடாது. கடைக்கால்கள் ஒரே சமமட்டமாக இருக்க வேண்டும். கட்டடங்களின் மூலைகள், எடுப்பான புறநிலை கூறுகள், மற்றும் எல்லா முக்கியப் பகுதிகளும் உலோகக் கோல்களாலும், திப்பைகளாலும் வலிமையாக்கப்பட்டிருக்க வேண்டும். சுவர்களைப் பற்றி அதிக கவனம் செலுத்த வேண்டும். நல்லபடி கட்டிய செங்கல் கட்டடத்தைவிட மரத்திப்பை வீடுகள் நில அதிர்ச்சிகளை நல்ல முறையில் தாங்கிக் கொள்வதைக் கண்டுள்ளனர். திப்பைகள் விரைப்பாகச் சுவர்களுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்க வேண்டும். தடுப்புகள் இலேசான பொருள்களால் செய்யப்பட்டு சரியானபடி சுவர்களில் பிணைக்கப்பட வேண்டும். புறத்தே தொங்கும்படியான அழகுவேலைப்பாடுகளையும்(எழுதகம், கொடிஞ்சி) வாயில்-மாடம் போன்ற பகுதிகளையும் தவிர்க்க வேண்டும்; ஏனெனில், இவை எளிதில் உதிர்க்கப்படுகின்றன. பல அடுக்குக் கட்டடங்களை நில அதிர்ச்சி ஏற்படக்கூடிய இடத்தில் கட்டக்கூடாது. மேல் மாடிகள் எளிதில் அதிர்ச்சியால் சேதப்படுகின்றன என்பதை நினைவில் வைத்துக் கொள்ளவேண்டும். சோவியத் யூனியனிலும், மற்ற நாடுகளிலும் நில அதிர்ச்சிகளை எதிர்க்கும் கட்டடங்கள் வெற்றிகரமாக நிலைத்துள்ளன.

கடல்-நிலஅதிர்ச்சிகள் (Seaquakes); நில-அதிர்ச்சிகள் அடிக்கடி கடல் தரையில் உண்டாகின்றன. அதிர்ச்சிகள் மாபெரும் அதிர் கடல் அலைகளை (Tsunamis) உண்டாக்குகின்றன. இவை பல பத்து மீட்டர் உயரம் எழுகின்றன. இவை கரைமேல் புரண்டு செல்லும் போது பெருஞ் சேதம் விளைவிக்கின்றன. ஜப்பானின் ஸகாமி விரிகுடாவில் எழுந்த ஓர் அதிர் கடல் அலைகடல் தரையின் ஒரு பகுதி 230 மீட்டர் உயரத்துக்குத் திடுமென எழுந்ததாலும், மற்றொரு பகுதி 400 மீட்டர் புதைந்து விட்டதாலும் ஏற்பட்டது. இதனுல் எழுந்த அலை 10 மீட்டர் உயரத்துக்கு மேல் இருந்தது. இது கரையை நோக்கி ஓடியது. ஒரு பகுதி நீர் மாகடலை நோக்கி விரைந்தது.

1960ஆம் ஆண்டு சிலியில் நடந்த நில அதிர்ச்சியின் போது தென் அமெரிக்கக் கரையோரம் ஏற்பட்ட அதிர் கடல் அலை, பசிபிக் கடல் முழுமையையும் (பல பத்து ஆயிரம் மைல்கள் தொலைவு) கடந்து சென்றது. இது ஜப்பானின் கரைகளையும், ஹாவாய், குரில் தீவுகளையும் கூடத்தாக்கியது. குரில் தீவுகள் வரை அலைகள் 2 மீட்டர் உயரம் இருந்தன. 1960ஆம் ஆண்டு பெப்ரவரி 29-ம் நாள் இரவு முதல் மார்ச் முதல் தேதி வரை பல அதிர் கடல் அலைகள் மொராக்கோ கரையைத் தாக்கின. அகாடிர் (Agadir) நகரைத் தாக்கி அழித்த பெருங்கடல் அலை, அதன் வழியில் எதிர்ப் பட்ட எல்லாவற்றையும் அழித்துவிட்டது. அதிர் கடல் அலைகள் முக்கியமாகப் பசிபிக்கடலில் உண்டாகின்றன. இவை மெடிட் டேர்னியன், அட்லாண்டிக் கடல்களிலும் உண்டாவதுண்டு.

கண்டவளர்ச்சிவயப் புடை பெயர்ச்சி

கண்டவளர்ச்சிவயப் புடை பெயர்ச்சிகள் (epeirogenic -movements) புவிப் பொருக்கின் பெரும் பரப்புகளில் நடை பெறு கின்றன. இவை மிக மெதுவாக நடைபெறுவதால் இவற்றைக் கண்டு உணர பல ஆண்டுகள் பிடிக்கும். எடுத்துக்காட்டாகக் கடலின் நீர் மட்டத்தோடு தொடர்புகொண்டு கடற்கரை ஓரங் களின் நிலை மாறுவதைக் கண்டுள்ளனர். சிலபோது இத்தகைய புடைபெயர்ச்சிகள் ஓர் இடத்தில் இல்லாவிட்டால் மற்றோர் இடத்தில் இடை மாறிவரும் ஒழுங்குமுறையில் (rhythmical) இயங்குகின்றன. அதாவது, ஒரு குறிப்பிட்ட கால அளவுக்குள் கடல் ஓரக் கோடு மேலெழுந்து பின் மெல்ல மீண்டும் தணிந்து விடும்.

கடல் வெள்ளங்களும் (ஆற்றுப் பள்ளத் தாக்குகளுள் கடல் புகுதல் (ingression) கடல் கோப்புகளும் (பரந்த நிலப்பகுதிகள் கடலால் மூழ்க்கடிக்கப்படுதல்) ஒரு கண்டம் அமிழும்போது காணப்படுகின்றன; அதுவே எழும்போது கடல் பின் வாங்குதல் (regression) ஏற்படுகிறது.

ஒரு கடற்கரையின் உருவத்தில் மாறுபாடுகள் ஏற்பட் டுள்ளதை வரலாறு, புவிப்புறஇயல், புவிப் பரப்பியல் (geodesy), நிலப் பொதியியல் ஆகியவை சம்பந்தப்பட்ட அடிப்படைகளினால் நிர்ணயிக்கலாம். எடுத்துக்காட்டாக சுமார், 1900 ஆண்டுகளுக்கு முன் நேப்பில்ஸ்விரிகுடாவின் கடற்கரைப்பகுதியில் உள்ள போஜு வோலி(Pozzuoli)நகரம் அமிழ்ந்ததால் அதன் ஒருபகுதியைக் கடல்

கொண்டதாக வரலாறு உண்டு, 10ஆம் நூற்றுண்டில் மீண்டும் கடற்கரை எழ ஆரம்பித்ததால் முன்பு மூழ்கிய கட்டடங்கள் பாழடைந்த நிலையில் கடற்கரையில் கடலின் நீருக்கு எட்டாத உயர்ந்த பகுதிகளில் இன்று காணப்படுகின்றன. இப்பகுதியில் ஏற்பட்ட மாறுபாட்டின் வீச்சு 12.5 மீட்டர்கள் என்று நம்பப் படுகிறது.

கடற்கரை எழுந்துள்ளதற்கு மற்ற சான்றுகளும் உள்ளன; தட்டையான கடற்கரையில் மேடுகள் (swells) மணலால் போர்த் தப்பட்டுள்ள தட்டையான தளங்கள்; கூழாங்கற்கள்; மலைச் சரிவுகளில் கடல் வாழ் இப்பிகளின் ஓடுகள். இத்தகைய தளங்கள் சிலபோது கடல் மட்டத்தை விட பல நூறு மீட்டர் உயரத்தில் உள்ளன. கடற்கரையில் காணப்படும் மேடுகளும் தளங்களும் தற்போதைய கடல் மட்டத்துக்கு மேலே உள்ளன என்பதைக் கொண்டு, புவிப் பொருக்கின் மட்டத்தில் ஏற்பட்ட மாற்றங்களின் வீச்சையும் உணரலாம். இத் தளங்கள் எப்போது உண்டாயின என்பதைப் பிராணி தாவர புதைபடிவங்களைக் கொண்டு (fossils) தீர்மானிக்கலாம். துறைமுகங்களில் நீர் வடிந்து விடுதல் கடல் மட்டத்துக்கு மேல் தொங்குவதுபோல் உள்ள ஆற்றுக் கழிமுகங்கள், ஆற்றுப் பள்ளத்தாக்குகள் ஆகியவை நில உயர் வைக் (uplift) காட்டுகின்றன. சில கடற்கரைப் பகுதிகள் முன்பு கடல் மட்டத்தைவிட மேலே எழுந்து பின் கடலுள்அமிந்துள்ளன. எடுத்துக் காட்டாக, காங்கோ ஆற்றின் கடல்வாய் கினியா வளை குடாவின் (guinea-gulf) மட்டத்துக்குக் கீழே சுமார் 100 கி.மீ. தூரம் வரையிலும், சுமார் அரை கிலோமீட்டர் ஆழம் வரையிலும் இருந்ததாக வரையறுத்துள்ளனர். ஓப் (ob), என்னிஸை (yenisei), மற்றும் சில வட கோடி ஆறுகளின் நீரடிக்கால்கள் பல நீண்ட தூரங்கள் வரை குறிக்கப்பட்டுள்ளன.

கருங்கடலின் கரை நெடுகிலும் உள்ள அழுவ ஏரிகளும், மிக வும் குறைவான ஆழமுடைய கழிமுகங்களும் ஆறுகளும் காணப் படாத நிலையும் (எ.கா. தென் சீனு) கடற்கரைகள் அமிழ்வதற்குச் சான்றுகளாக உள்ளன.

ஸ்கேண்டிநேவியாவிலும் இட்டாலியிலும் கடல் மட்டத்தில் ஏற்ற இறக்கங்கள் நிகழ்ந்துள்ளன. நார்வேயின் வடகடற்கரையில் மிகவும் முனைப்பான நில எழுச்சிகள் நிகழ்ந்துள்ளன. இங்கு 5 கடல் தளங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன; இவற்றுள் மிக உயர்ந்தது தற்போதைய கடல் மட்டத்தைவிட 176 மீட்டர் உய ரத்தில் உள்ளது. இவை பனிக்கட்டியாற்றுல் பளபளப்பாக்கப்

பட்டுள்ள தரைகளில் உள்ளன; ஆனுல், இவற்றின் தளங்கள் பள பளப்பாக்கப்பட்டவை அல்ல. இதனுல் இவை பனிக்கட்டிக் காலத் துக்குப்பின் ஏற்பட்டுள்ளன என்பது விளங்கும். போத்னியா வளைகுடாவின் வடகடற்கரையை ஒட்டியுள்ள ஸ்கேண்டிநேவியன் கடற்கரைப் பகுதிகள், தற்போது ஆண்டுக்கு 1 செ. மீ வீதத்தில் எழுகின்றன. கடற்கரை மேலெழும் மற்ற பகுதிகள் ஸ்பிட்ஸ் பெர்கன், நார்வாயா ஜெம்லியா (Norvaya Zemlya), கிரீன் லேண்டு, ஐஸ்லேண்டு, ஸ்காட்லேண்டு, கருங்கடல் காஸ்பியன் கடல் ஆகியவற்றின் தென் கடற்கரைகள்.

தென் சீனு, ஆஸ்திரேலியா, வட ஆப்பிரிக்கா ஆகியவற்றின் கடற்கரைகளில் இதற்கு நேர்மாருக நடைபெறுகிறது.

புவிப்பொருக்கில் ஏற்படும் மெதுவான நிலைமாற்றங்கள் செங் குத்தான திசையில் மட்டுமல்லாது கிடைமட்டத்திலும் நிகழ் கின்றன. ஆல்ப்ஸ் மலையில் ஜெனீவாவின் அருகிலும் பவேரிய ஆல்ப்ஸிலும் வட அமெரிக்காவிலும், மற்ற பகுதிகளிலும் இவை காணப்படுகின்றன.

மேலே குறிப்பிட்ட புவிப்புற இயல்வய ஆய்வுகளுடன் புவிப் பொருக்கில் ஏற்படும் மெதுவான வேறுபாடுகளை, மீண்டும் மீண்டும் நடத்தப்படும் நிலைமட்ட அளவீடுகளால் (levelling) மிகவும் துல் லியமாக அளக்கின்றனர். இத்தகைய அளவீடுகளைக் காஸ்பியன் கடலின் காகாஸியன் கடற்கரையிலும், ஸ்கேண்டிநேவியா, வட அமெரிக்கா மற்றும் பல இடங்களிலும் நடத்தியுள்ளனர்.

நில மடிப்பும் முறிவும்

உடைந்த மற்றும் உடையாத பாறைப்படலங்கள் : புவிப் பொருக்கின் மேல் பாகத்தை ஆக்கும் பாறைகள் பெரும்பாலும் அடுக்கு வரிசைகளாக உள்ளன. இவை முதலாவதாக நீர் பேசின் களில் உண்டானவை. ஓர் அடுக்குப் படிவில் ஒவ்வோர் அடுக்கு அல்லது படலமும் ஓர் அடுக்குப் படலத் தளத்தால் பிரிக்கப்பட் டுள்ளது. ஒரு படலத்தின் கீழ் எல்லைத்தளத்தை 'அடி' (foot) எனலாம்; மேல் எல்லைத் தளத்தை 'கூரை' (roof) எனலாம். ஒரு வரிசை அல்லது திண்ணைபோல் அமைந்த படலக் கட்டில் கீழுள்ள ஒரு படுகையின் கூரை, மேலே உள்ள படுகையின் அடியாகவும் உள்ளது. படுகையின் கூரைக்கும் அடிக்கும் இடையே உள்ள மிகக் குறுகிய தூரத்தை அதன் 'தடிப்பு' (thickness) எனலாம்.

இவை உண்டான போது 'பேசினின்' தரையில் சற்றுச் சரிந்த வாட்டமாகவோ தட்டையாகவோ படிவுப்பாறை அடுக்குகள் படிவிக்கப்படுகின்றன. இத்தகைய ஓர் அடுக்கில் ஒவ்வொரு படுகையும் ஒன்றின்மேல் ஒன்ருக மாறிமாறிப் படிந்துள்ளன. படிவாக்கச் சூழ்நிலைகள் ஏறக்குறைய ஒரே நிலையிலுள்ள இடங்களில் அடுக்குத் தளங்கள் ஒன்றுக்கொன்று இணையாக உள்ளன; இங்கு படுகைகள் இயைந்தவாறு உள்ளன.

அடுக்கு வரிசைகள் பல ஒன்ருேடொன்று இணையாக இருந்தும் அவற்றுக்கு இடையே காலத்தொடர்ச்சி இல்லாவிட்டால் பாறைப்படிவியல் இடையறவு (படிவுவிளிவு, (stratigraphic unconformity) உள்ளதெனக் கூறுகிருேம். எடுத்துக்காட்டாக, ஜீராஸிக் காலக் கடற்பாறைகள் டெவோனியன் (Devonian) காலக் கடற்படிவுகளின் மேல் இருக்கலாம்; இப் படுகைகள் காலத் தொடர்ச்சியுடன் இயைந்தவாறு இருந்திருக்குமாஞல், பாறை வரிசை கார்பானிபரஸ்—பெர்மியன்—ட்ரையாஸிக் ஜீராஸிக் ஆக இருந்திருக்கும்.

பாறைப் படிவியல் இடையறவு புவிப்பொருக்கின் ஊசலாட்டங்களால் நிகழ்கிறது. நாம் எடுத்துக்காட்டிய வரிசையில் டெவோனியன் காலத்தின் பிறகு புவிப்பொருக்கில் ஒரு கடல்பகுதி மேலெழுந்துள்ளது; இது ஜீராசக் காலத்தில் மெல்ல மூழ்கியது (அட்டவணை 5).

பாறைப் படிவியல் இடையறவோடு கோணப் படிவு விளிவு (angular unconformity) புவிப்பொரைப் பெயர்ச்சிப் படிவு விளிவு (tectonic unconformity) ஆகியவையும் உள்ளன. மேலெழுச்சிகளின் வளைவாகப் பாறை அடுக்குகள் உடன்படா நிலையில் படிவு விளிவுகளுடன் கிடக்கின்றன என்பதே இதன் பொருள்.

முதன்மையான படுகையில் ஏற்பட்டுள்ள கலக்கத்தை இணையறவு (dislocation) எனலாம்; இது புவிப்பொருக்கு மடிக்கப்பட்டு உடைக்கப்படுவதால் உண்டாகிறது. வழக்கமாக மலைப்பாங்கான பகுதிகளில் கலக்கங்கள் மிகவும் அதிகமாகக் காணப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, யூரல், கிரிமியா, டீயன்ஷான், காகாஸஸ் மலைகளில் முதலில் சமகிடையாகவோ சற்றே சரிந்தவாருே இருந்த படுகைகள் பெரிதும் மாற்றப்பட்டுள்ளன; சிலபோது சாய்மானம் செங்குத்தாகியுள்ளன; சிலபோது மடிக்கப்பட்டுள்ளன; சில பகுதிகளில் உடைக்கப்பட்டுள்ளன; வெடிப்புகள் உள்ளபோது அங்கு இடம் பெயர்ந்துள்ளன (படம் 99).

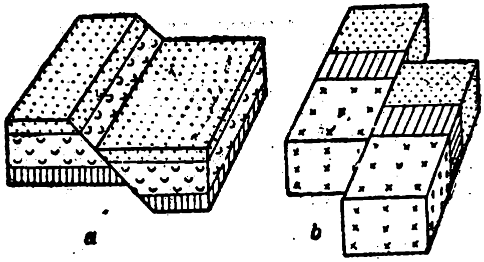


படம் 99. நடு—பேலியோ ஜோயிக் சுண்ணப்பாறையில் மடிப்பும்—முறிவும்.

குணத்திற்கு ஏற்ப இவற்றை இரண்டுவகையாகப் பிரிக்கலாம். **மடிப்புகள்** (தொடர்ந்தாற்போல் உள்ளவை,) மேலும் கீழுமாக மடிக்கப்பட்ட படுகைகள்); **பிளவுகள்** (உடைக்கப்பட்டவை; சில போது பிளவுத்தளங்களில் சில பகுதிகள் உடைந்து இடம் பெயர்ந்துள்ளன.)

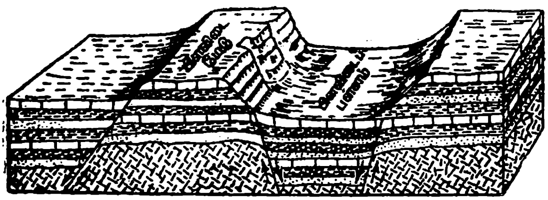
பிளவுகள் (ruptured (disjoined) dislocation): இவை சில மி.மீ முதல் சில பத்து மி. மீ. வரையில் அவ்வப்போது பல நூறு கி. மீ. நீளம்வரை உள்ளன. இவ் வெடிப்புகளின் நெடுகிலும் உள்ள பாறைப் படுகைகள் இடம் பெயர்ந்துள்ளன. உடைந்த படுகைகளைப் பிரிக்கும் தளத்துக்குப் பிளவு வெடிப்பு என்று பெயர். இது செங்குத்தாகவோ சாய்ந்தோ இருக்கக் கூடும். படிவு அடுக்குகள் பிளவு இணையாகக் கீழிருந்து மேலாகவோ (எதிர்பிளவுப்பெயர்ச்சி reverse fault) அல்லது மேலிருந்து கீழாகவோ (நேர் பிளவுப் பெயர்ச்சி, normal fault) இடம் பெயர்ந்தவாறு உள்ளன (படம் 100).

இணை இணையாக உள்ள வெடிப்புத் தொகுதிகள் அடிக்கடி காணப்படுகின்றன. சிலபோது இரண்டு பிளவு வெடிப்புகளுக்கு



படம் 100. a—பிளவுப் பெயர்ச்சி b—இடப்பெயர்ச்சி.

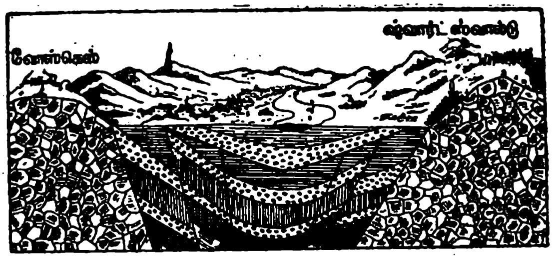
இடையே அடைபட்டுள்ள பாறைப் பாளம் மேல் வாட்டமாகவோ கீழ்வாட்டமாகவோ இடம்பெயர்ந்திருக்கும். இதனால் பிளவிடைப் மேடு எனக்கூடிய (horst) எழுச்சிகளும், பிளவிடை பள்ளம் எனக் கூடிய (trough fault or graben) பள்ளங்களும் ஏற்படுகின்றன. (படம் 101). சோவியத் நாட்டில் பைகால் ஏரி ஒரு பிளவிடைப் பள்ளத்தில் உள்ளது; இதன் தரை சுமார் 1 கி. மீ. ஆழம்வரை



படம் 101. பிளவிடை மேடும் பிளவிடைப் பள்ளமும்.
Horst—பிளவிடை மேடு graben—பிளவிடைப் பள்ளம்

அழுந்திவிட்டுள்ளது. ஆல்டாய் மலைகளிலுள்ள டெலிட்ஸ்கோயி ஏரியும், கிர்கிஜியாவிலுள்ள இஸ்ஸிக்—குல் ஏரியும் இத்தகையன. சில பிளவிடைக் குழிவுகள் மிக நீண்டவை. இதற்கு எடுத்துக்காட்டுகள்: செங்கடல் (Red Sea), ரைன் (Rhine) பிளவுப் பள்ளத் தாக்கு. ரைன் ஆறு ஆல்ப்ஸ் மலைகளிலிருந்து வெளிவந்ததும் ரைன் பிளவுப் பள்ளத்தாக்கில் ஓடுகிறது. (படம் 102). டியன் ஷான் மலையின் பாறைகளில் பல பிளவிடைமேடுகள் உள்ளன. பிளவிடை மேடுகளின் இடையேயுள்ள பிளவுப் பள்ளங்களில் ஆற்றுப் பள்ளத்தாக்குகள் அடங்கியுள்ளன.

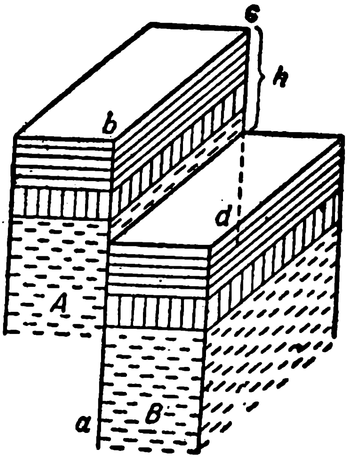
பிளவுகளே பாறைகளில் காணப்படும் உடைப்பு இணையறவு களில் முக்கியமானவை. பிளவுகளில் பின்வரும் கூறுகளைக் கவ



படம் 102. வோஸ்கெஜீக்கும் ஷ்வார்ட்ஸ்வால்டுக்கும் இடையே ரைன் ஆற்றுப் பள்ளத்தாக்கில் பிளவுப் பெயர்ச்சி அமைப்பு.

Vosges—வோஸ்கெஸ் Schwargwald—ஷ்வார்ட்ஸ்வால்டு

ணிக்க வேண்டும்: 1. பக்கங்கள் (limb) இவை எழுந்தவாறோ தாழ்ந்தவாறோ உள்ளன. பிளவு வெடிப்பில் இருமருங்கிலும் உள்ள அடுக்குகளின் பகுதிகள்; 2. இடப்பெயர்ச்சி நிகழும் **பிளவு வெடிப்பு** (fault crevice); 3. **அளவுவீச்சு** (amplitude); அதாவது, பக்கங்கள் ஒன்றை விட்டு ஒன்று எவ்வளவு தூரம் இடம் பெயர்ந்துள்ளது என்பதைச் செங்குத்தான திசையில் அளத்தல் (படம் 103).

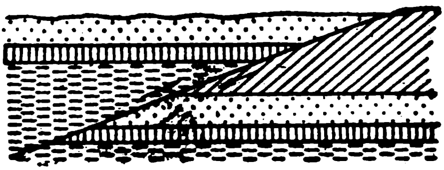


படம் 103. பிளவுப் பெயர்ச்சியின் கூறுகள்

A—உயர்ந்த பக்கம் B—தாழ்ந்த பக்கம்
abcd—பிளவு வெடிப்பு h—பிளவு வீச்சு.

பக்கங்களைத் தற்போதுள்ள நிலைமைக்குச் சார்பு படுத்தியே 'எழுந்தது', 'தாழ்ந்தது' என்று குறிப்பிடுவதால் இவை உண்மையில் 'எழுந்தோ' 'தாழ்ந்தோ' இருக்க வேண்டியதில்லை.

ஒரு பிளவு வெடிப்பு செங்குத்தாகவோ சாய்வாகவோ இருக்கக்கூடும், சாய்வாக இருந்தால், இதற்கு மேலுள்ள பக்கத்தைத் 'தொங்கு பக்கம்' (hanging limb or wall) எனலாம்; இதற்குக் கீழுள்ளபக்கத்தை 'அடிப்பக்கம்' (footwall or lying limb) எனலாம். தொங்கு பக்கம் அடிப்பக்கத்தின் மேல் ஏறியவாறு இருக்குமானல், அப்பிளவை **முறிவுப் பெயர்ச்சி** (thrust, படம் 104) எனலாம். இவ்வாறு முறிந்தேறிய பகுதி பல பத்து கி.மீ. நீளம் இருப்பதுண்டு.

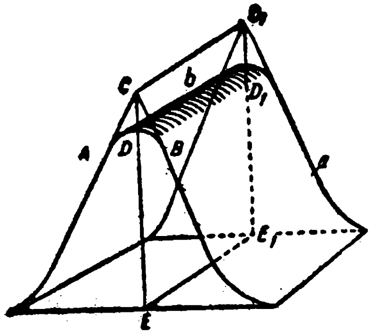


படம் 104. முறிவுப் பெயர்ச்சி அல்லது உந்தல்.

பாறை வெளிப்புகளில் (out crops) பிளவு வெடிப்புக்கு இரு மருங்கிலுள்ள அடுக்குகளில் மேலே எழுந்துள்ளது எது கீழே தாழ்ந்துள்ளது எது என்பதை எளிதில் கண்டறியலாம். மேலெழுந்துள்ள பகுதியை அதன் பாறை அடுக்குமுனை கீழ்வாட்டாக வளைந்துள்ளதால் தெரிந்து கொள்ளலாம்; கீழே அழுந்திய பகுதியை, இதற்கு மாருக, மேல் நோக்கி வளைந்துள்ளதால் தெரிந்துகொள்ளலாம். வெடிப்பின் பரப்பு தேய்ந்து மழமழவென்று இருக்கலாம்; அல்லது வரிப்பள்ளங்கள் (கீறல்கள்) நிறைந்தவாறு இருக்கலாம். உடைப்பினுல் உண்டாகும் வெடிப்புப் பிளவு நொறுங்கிய பாறை உகல் பொருளினுல் நிரப்பட்டிருக்கலாம் (friction breccia or tectonic breccia).

நிலைகுலைவு மடிப்புகள் (folded dislocations) : பாறைகள் அவ்வப்போது அலைபோல் வளைக்கப்பட்டு மடிக்கப்படுகின்றன. இம் மடிப்புகளின் அளவுகள் பெரிதும் மாறுபடுகின்றன.

ஒரு மடிப்பில் பின்வரும் கூறுகள் உள்ளன (படம் 105) : 1. **பக்கங்கள்** 1. (limbs), இவை சுமாராகச் சீரான பரப்புகளைக் கொண்ட இரண்டு மடிப்பு எல்லைப் பக்கங்கள். 2. **வளைவு** ஒன்று (curve' crest); இரண்டு பக்கங்களையும் இணைக்கும் வளைந்த முடி 3. **ஒரு மடிப்புத் திருப்பம்** (fold bend): இது வளைவு முகட்டின்.



a—பக்கம்; b—வளைவு;

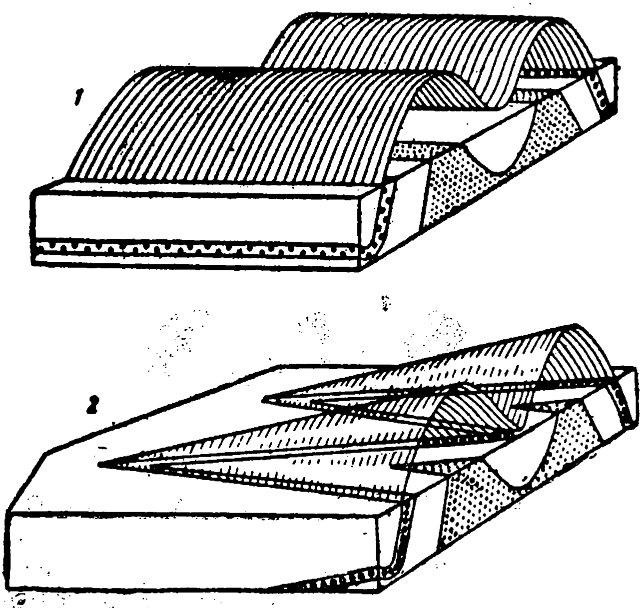
DD—மடிப்புத் திருப்பம்

A⌣B—மடிப்புக் கோணம்.

CC, E, E—அச்சுப் பரப்பு.

படம் 105. மடிப்பின் கூறுகள்

உச்சிப்புள்ளிகளின் ஊடே செல்லும் கோடு. 4. மடிப்புக் கோணம் (fold angle). கோடுகளின் தளங்களின் நீட்டங்கள் வெட்டும்போது இடையே ஏற்படும் கோணம்; 5. **அச்சுத்தளம்** (axial surface) மடிப்புத் திருப்பத்தின் எல்லாப் படலங்களினூடேயும் செல்லும் பரப்பு; இது மடிப்புக் கோணத்தை இரு சமபாதிகளாக்குகிறது; 6. **மடிப்பு அச்சு** (fold axis) மடிப்பின் அச்சுத்தளம் புவிப்பரப்பை வெட்டினால் ஏற்படக் கூடிய கோடு. மடிப்பின் அச்சு சமகிடையாகவோ சாய்ந்தவாறோ இருக்கலாம். (படம் 106); அச்சு சாய்ந்தால் மடிப்பு சாய்வின் திசையில் புவிப்பரப்பினுள் மூழ்குகிறது.



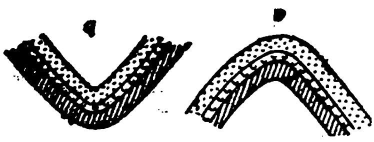
படம் 106. சாய்வற்ற மடிப்பு (1) சாய்ந்த மடிப்பு (2) அச்சுகள்

பாறை அடுக்குகளின் உருவத்தாலும் அமைப்பாலும் மடிப்பு களை இரண்டு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம்: 1. கீழ்முகமடிப்பு (syncline); 2. மேல் முக மடிப்பு (anticline) முதலாவதுவகை தலைகீழான கவான் (arch) உருவமும் இரண்டாவது வகை நேரான



படம் 107. சுண்ணப் பாறையில் மடிப்புகள்.

கவான் உருவமும் கொண்டுள்ளன. (படம் 107, 108). வளைவு களில் மடிப்புகள் அரிக்கப்பட்டிருந்தால் ஒரு கீழ்முக வடிவின் மையப்பாகத்தில் (கரு) இளையபாறைகள் உள்ளன; மேல்முக வளை வில் முதிய பாறைகள் உள்ளன.



படம் 108. கீழ்முக மடிப்பு (a) மேல்முக மடிப்பு (b)

ஒரு மடிப்பு அரிப்பினால் மழுக்கப்பட்டு இருக்கும்போது, சில பகுதிகளில் படுகைகள் ஒரு புறம் நோக்கிக் குவிந்தாற்போல் பொது மைய வளையங்களாகக் காட்சிதரும். இத்தகைய மடிப்பின் அச்சு நீளமாக இருக்குமானால் வெளிப்பு உருவம் நீள்வட்டமாக வும், நீளம் குறுகியதாக இருக்குமானால் வெளிப்பு வட்ட வடிவ

மாகவும் இருக்கும் குட்டையான அச்சையுடைய மடிப்புகள் (2 : 1, 5 : 1) **குறு அச்சு மடிப்புகள்** (brachy axial folds).

ஒரு மேல்முக மடிப்பின் பக்கங்களில் சிறுசிறு மடிப்புகள் ஏற்பட்டு சிக்கலான உருவம் உண்டாகி இருந்தால் அதற்குப் **பெரு மேல்முக மடிப்பு** (anticlinorium) என்று பெயர்; இவ்வாறு சிக்கலாக்கப்பட்ட கீழ்முக மடிப்புக்குப் **பெருங் கீழ்முக மடிப்பு** (synclinorium) என்று பெயர். மடிப்புகள் ஒரு சில செ. மீ. முதல் பல பத்து நூறு கி. மீ. அகலம் வரை உள்ளன.

அச்சுத் தளத்தின் நிலையைப் பொருத்து மடிப்புகளைப் பின் வருமாறு வகைப்படுத்தலாம். நெடிய அல்லது உயர்ந்த மடிப்பு-அச்சுத்தளம் செங்குத்தானது; சாய்ந்த மடிப்பு-அச்சுத்தளம் சாய்வானது—பக்கங்கள் வெவ்வேறு திசைகளில் சாய்ந்துள்ளன; மிகு வளை மடிப்பு (over turned fold)—அச்சுத்தளம் சாய்ந்தது-இரண்டு பக்கங்களும் ஒரே திசையில் சாய்ந்துள்ளன; கிடைமடிப்பு (recumbent fold)—அச்சுத் தளம் சமகிடையானது (படம் 109).



படம் 109. மடிப்புகள்

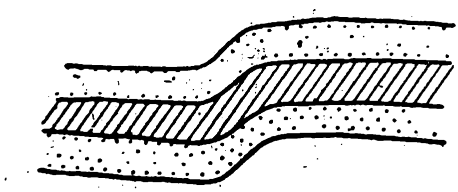
a—நிமிர்ந்தது; b—சாய்ந்தது; c—மிகுவளைவு மடிப்பு d—கிடைமடிப்பு; e—கவிழ்ந்தது.

எல்லாத்திசைகளையும் நோக்கிச் சாய்ந்துள்ள அமைப்புக்குக் கொம்மை அல்லது மணியுருவ மடிப்பு (diapir fold) என்றுபெயர். இது மணியுருவக் கருப் பகுதியின் மேல் கவிழ்ந்துள்ளவாறு உள்ளது. இது கொம்மை (dome) போன்றது. கருப் பகுதியிலுள்ள பாறை சுற்றியுள்ளதைவிட முதியது. மென் சரிவுகளையுடைய மேல்முக வளைவு ஏற்படும்போது, அதன் கீழ் பாறை உப்பு (rock salt) போன்ற மேல் உந்தும் நுழைவு ஏற்படுவதால் இத்தகைய கொம்மைகள் உண்டாகின்றன. இவ்வாறு ஏற்படும் பாறை உப்பு நுழைவுகள் மேலுள்ள படலங்களைச் சிறிது தூரம் வரை முறித்து நுழைகின்றன; அதற்கும் மேலுள்ள படலங்கள் கொம்மைபோல் மடிக்கப்படுகின்றன. இத்தகைய அமைப்பு மண்ணெய் வயல் பகுதிகளில் அதிகமாகக் காணப்படுகின்றன.

மடிப்புகளின் உருவமும் அளவும், பாறைகளின் கூட்டமைவு, படலங்களின் தடிப்பு, மலை ஆக்கச் செயல்முறைகளால் விளையும்

அமுக்கு விசையின் திசை போன்ற பல காரணக்கூறுகளைப் பொருத்துள்ளன. ஆகவே, பாறைப்படலம் மிக மெல்லிதாகும். இடங்களில் மிகக் கடுமையான மடிப்பு காணப்படுகிறது. களிமண் வயப் பாறைகளிலும் சுதைமண் வயப் (marly) பாறைகளிலும் வழக்கமாகச் சுண்ணப்பாறைகளை விடச் சீரான முறையில் மடிப்புகள் அமைந்துள்ளதைக் காணலாம்.

முறிக்கப்பட்ட பாறைப் படலங்களுக்கும், மடிக்கப்பட்ட பாறைப் படலங்களுக்கும் இடைநிலையில் உள்ள ஒரு வளைக்கப்பட்ட படிவு அடுக்கு வளைவு (flexure) என்று பெயர். இத்தகைய வளைவின் இருபக்கங்களும் சம கிடைவாட்டமாக உள்ளன. இவற்றின் இடையிலுள்ள பகுதி ஏறக்குறைய செங்குத்தாக உள்ளது (படம் 110). ஆகவே, ஒரு பக்கம் மற்ற பக்கத்தைவிட உயர்த்தப்பட்டவாறு காணப்படும். இதில் ஏற்படும் இடப்பெயர்ச்சி மிகுதியானல் வளைந்த பகுதியில் முறிவு ஏற்பட்டுவிடும் பீடபூமிகளில் வளைவுகள் அதிகமாக ஏற்படுகின்றன. இவை குறு-மடிப்புகள் அல்லது குவி மடிப்புகளாக (cupolas) உள்ளன. மேலே குறிப்பிட்ட மடிப்புகள் அனைத்தும் கிடைவாட்டமான படுகைகளுக்கு இடையே தனியாக ஏற்பட்டுள்ளன. மிக நீண்ட மடிப்புகள் கடலடித் தொய்வுகளில் அல்லது நில மடிவுகளில் (geosynclines) ஏற்படுகின்றன. இவை அடிக்கடி கூட்டங் கூட்டமாக அமைகின்றன. ஆகவே, சிக்கலான உருவங்களைக் கொண்டுள்ளன. இவற்றின் கூட்டங்கள் மிகவும் நெருக்கமாக உள்ள, குறுகிய, ஆனல், பல நூறு கி.மீ. நீளமான பட்டைகளில் உள்ளன. (ஆல்ப்ஸ், கார்பேதியன், கார்டிலிரா).



படம் 110. வளைவு

படுகைகளின் நிலையும் அளவீடும்: ஒரு படுகை எவ்வாறு நிலத்தினடியே பொதிந்துள்ள பாறைகளில் அமைந்துள்ளது. என்பதற்கான காரணக் கூறுகளைப் பற்றிக் கண்டோம். இதனல், படுகைகளின் நிலையை அவற்றின் சாய்மானத்தையும் காந்தமுள் கருவியின் (Compass) நான்கு திசைகளையும் கொண்டு விளக்கலாம்.

ஒரு பாறைப் படுகையின் நிலையைப் பற்றிய கூறுகள்: கிடை நீட்டம் (strike), சாய்வுத்திசை (dip), சாய்வுக்கோணம் (dipangle).

கிடை நீட்டம் என்பதால் கிடை நீட்டக் கோட்டின் திசையில் அல்லது அஜிமத்தைக் (azimuth*) குறிக்கிறோம். கிடை நீட்டக் கோடு (line of strike) ஒரு படுகையின் தளத்திலுள்ள எந்த ஒரு கிடை வாட்டமான கோட்டையும் குறிக்கும்.

சாய்வுத்திசை (dip) என்பது சாய்ந்த படுகையிலுள்ள சாய் கோட்டினுடைய அஜிமத்தின் கிடைத்தள வீழ்ப்பு. சாய்வுக்கோடு என்பது சாய்ந்த படுகையின் மேல் சாய்திசையில் உள்ளது; இது அப் படுகையில் எவ்வளவு அதிகமான சாய்வுக் கோணத்தைக் காட்ட முடியுமோ அதைக் குறிக்கும் கோடு.

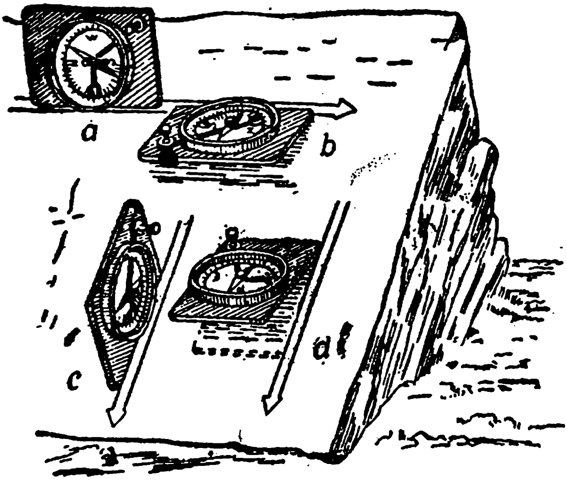
ஆகவே, ஒரு படுகைத்தளத்தில் எத்தனை கிடை நீட்டக் கோடுகளையும், சாய்வுக் கோடுகளையும் வேண்டுமானாலும் வரையலாம்; எல்லாக் கிடை நீட்டக் கோடுகளும், எல்லாச் சாய்வுக் கோடுகளும் இணை இணையாகவே இருக்கின்றன. சாய்வுக்கோடுகள் கிடைநீட்டக் கோடுகளுக்கு நேர் குத்தாக இருக்கின்றன.

பாறைப் படுகை கிடைவாட்டத்திலிருந்து எத்தனை சாய்வாக உள்ளது என்பதைச் சாய்வுக் கோணம் (dip angle) காட்டும் (படம் 111).

ஒரு படுகையின் நிலைக் கூறுகளை ஒரு காந்தமுள் சாய்வுக் கருவியைக் கொண்டு அளக்க வேண்டும். இது மூன்று அம்சங்களால் சாதாரண திசைக் கருவிக்கு மாறுபட்டது.

1. இது ஒரு நீள் சதுரத் தட்டில் பொருத்தப்பட்டுள்ளது; இதன் 0—180° (வ.தெ.) விட்டம் இதன் நீள் பக்கத்துக்கு இணையாக உள்ளது.

* அஜிமத் (திசை-வில் என்பது வடக்காக நீட்டிக் கொண்டுள்ள ஒரு கோட்டுக்கும், அதன் வலப் புறமாகச் (clckwise) சென்று அதைக் கடக்கும் குறிப்பிட்ட மற்றொரு கோட்டுக்கும் இடையே உள்ள கோணம். இதை டிகிரிகள் (0—360°) அல்லது பாகைகளில் அளக்க வேண்டும் இதைத் திசைக் கருவியால் (compass) அளக்க வேண்டும். ''காந்தவய அஜிமத்'' அதாவது, காந்தத் துருவ முனையைச் சுட்டிக் காட்டும் ஒரு கோட்டுக்கும் ஒரு குறிப்பிட்ட கோட்டுக்கும் இடையே உள்ள கோணம் காந்தத் துருவத்திசைக்கும், புவிக் கோளத் துருவத் திசைக்கும் இடையேயுள்ள கோண அளவை, அதாவது காந்த வயத் திருப்பத்தை (magnetic deniation) விலக்கிவிட்ட பிறகே ''உண்மையான அஜிமத் (true azimuth) கிடைக்கும். புவிக் கோளத் துருவத்திலிருந்து கிழக்கு முகமாகத் திருப்பப்பட்டுள்ளதற்குக் கிழக்குத் திருப்பம் என்றும், இதற்குமாருக உள்ளதற்கு மேற்குத் திருப்பம் என்றும் பெயர்.



படம் 111. சாய்வு—காந்த முள்கருவி கொண்டு பாறை அடுக்கின் சாய்வுக் கோணத்தையும் கிடை நீட்டத்தையும் அளத்தல்

2. இதில் பாகை அளவுக்குறிகள் இடஞ்சுழியாகக் (counter-clockwise) குறிக்கப்பட்டுள்ளன. கிழக்கும் மேற்கும்கூட இடஞ் சுழியாகக் குறிக்கப்பட்டுள்ளன. வடக்கு இடப்புறம் கிழக்கு என்றும், வலப்புறம் மேற்கு என்றும் குறிக்கப்பட்டுள்ளது. ஏனெனில், காந்த முள்ளின் வடமுனை காட்டும் பாகை அளவைப் படித்தால் அதுவே நேரடியாக அஜிமத் அளவைக்கொடுத்து விடும்.

ஒரு காந்தமுள் சாய்வுக் கருவியைக் கொண்டு அஜிமத்தைக் குறிப்பிட்ட திசைக்கு வடக்கு முகமாக அளக்க வேண்டும். ஆகவே, இதை இடஞ் சுழியாக அளக்க வேண்டும். கருவியின் சுன்னப்புள்ளிப் பக்கத்தைக் குறிப்பிட்ட திசையை நோக்கிவைக்க வேண்டும். அப்போது காந்த முள்ளின் வடமுனை நாம் குறிக்க வேண்டிய திசையின் அஜிமத்தைச் சுட்டிக் காட்டும்.

3. ஒரு காந்தமுள் சாய்வுச் கருவியின் காந்த முள்ளில் இருந்து ஒரு குண்டு நூல் (plumb) தொங்க விடப்பட்டிருக்கும். இந்தக் குண்டு நூலின் அளவுக் குறிகள் காம்பஸ் கூட்டின் அடியில் (இருமருங்கிலும் 0—90°) குறிக்கப்பட்டிருக்கும். காம்பஸ் நேர் குத்தான நிலையில் உள்ளபோது குண்டு நூல் சுன்னக் குறியைக் சுட்டிக் காட்டும்.

படுகையின் கிடை நீட்டத்தைப் பின்வருமாறு அளக்க வேண்டும்.

1. காம்பஸ்ஸைப் படுகையின் மேல் அதன் நீளப்பக்கம் படுமாறு செங்குத்தாக வைக்க வேண்டும்; குண்டுநூல் நேர் கீழே தொங்குமாறு இருக்கவேண்டும். குண்டுநூலின் செங்குத்தான நிலையைக்காண அதை இருமருங்கிலும் தடையின்றி ஆடவிட வேண்டும். குண்டுநூல் சுன்னத்தைச் சுட்டும் படியான ஒரு நிலையைத் தேர்ந்தெடுத்து அங்கு காம்பஸை அதே நிலையில் வைக்க வேண்டும். இந்த நிலையில் பாறையின்மேல் படிந்துள்ள காம்பஸின் பக்கம் கிடை நீட்டக் கோட்டைக் குறிக்கும்.

2. இதன் பிறகு காம்பஸின் நீளப்பக்கம் கிடைநீட்டக் கோட்டின் மேல் படிந்தவாறு காம்பஸைக் கிடை வாட்டமான நிலையில் வைக்க வேண்டும்; இந்த நிலையில் காந்தமுள்ளை விடுவிக்க வேண்டும்; பிறகு அது ஒரு நிலைக்கு வந்ததும் அதன் வட முனை காட்டும் கோணத்தைக் குறித்துக் கொள்ளவேண்டும். இந்த அளவுதான் அதன் கிடை நீட்டம் (strike), அல்லது கிடை நீட்டக் கோட்டின் அஜிமத் விடுவிக்கப்பட்ட காந்த முள்ளின் இரண்டு முனைகளும் கருவித் தட்டுக்கு இணையாக ஒரே மட்டத்தில் இருக்கு மாறு காம்பஸைக் கிடை வாட்டமாக வைக்கவேண்டும்.

படுகையின் சாய்மானத்தைக் கீழ்வருமாறு அளக்கலாம்.

1. படுகையின் பரப்பின்மேல் காம்பஸின் நீளப்பக்கம் பட்ட வாறும், குண்டுநூல் தடையின்றித் தொங்குமாறும் காம்பஸை செங்குத்தாக வைக்கவேண்டும். நீளப்பக்கம் சுமாராகச் சாய்வு வாட்டத்தைச் சுட்டுமாறு பிடிக்க வேண்டும். குண்டு நூல் எவ்வளவுக்கு எவ்வளவு அதிகமான கோணத்தைக் காட்ட முடியுமோ அதற்கு ஏற்ற காம்பஸின் நிலையொன்றைக் கண்டு பிடிக்கவேண்டும். இந்த நிலையைக் கண்டுபிடித்தவுடன் காம்பஸ் நிற்கும் நீளப்பக்கம் சாய்வுக் கோட்டுடன் இணைந்திருக்கும்.

2. இதன்பிறகு காம்பஸை படுகைத் தளத்தின் மேல் கிடை நீட்டத் திசையுடன் அதன் நீளப்பக்கம் ஒன்று இணையாகவும், பக் கத்தின் சுன்னம் அல்லது வடக்கு முனைக்குறி (N) சாய்வுக் கோட் டுடன் இணைந்தவாறும் வைக்கவேண்டும். பிறகு குட்டையான பக்கத்தைச் சிறிது உயர்த்திக் (காம்பஸை நகர்த்தாமல்) காம் பஸை சமகிடை நிலைக்குக் கொண்டு வரவேண்டும். விடுவிக்கப் பட்ட காந்தமுள்ளின் வடக்கு முனை சாய்வுத் திசையைக் குறிக்கும்

(dip—கிடைவாட்டத்துக்குச் சாய்வுக்கோட்டின் அஜிமத் வீழ்ப்பு).

சாய்வுக் கோட்டையும், சாய்வுக் கோண அளவையும் ஒரே சமயத்தில் கணக்கிடவேண்டும். குண்டு நூலின் மிக அதிக கோணத்தைக் கொண்டு நாம் தேடிய சாய்வுக் கோண அளவைக் கண்டுகொள்ள வேண்டும்.

சாய்வுக் கோணத் திசையும், கிடை நீட்டத்திசையும், கோண அளவு (பாறைகளில்) விலக்காக, ஒரே சமயத்தில் கோணமுனை யால் குறித்துக் கொள்ளப்படுகின்றன (வ. கி.; தெ.கி.; தெ.மே. வ.மே.). வெளிப்புலத்தில் கண்ட புள்ளி விவரங்களை ஆய்வுக் கூடத்திற்கு வந்த பிறகு சரிபார்க்கும் பொருட்டு இவ்வாறு செய் யப்படுகிறது.

படுகை நிலையின் கூறுகளைக் குறிக்கும் விதம் : கிடை நீட்டம் தெ.மே. 225°; சாய்வு தெ. கி. 135°, ∟32°.

அளவீடுகளைச் சரியாகச் செய்தால் கிடைநீட்டத்துக்கும் சாய் வுக்கும் இடையே 90° வேற்றுமை இருக்கும். இதிலிருந்து குறிப் பிடத்தக்க வேற்றுமை (2-3°) இருக்குமாஞல் அளவீட்டைத் திரும்பவும் செய்வது நல்லது.

மலைவளர் கிளர்ச்சிகளின் காலங்கள் (periods of orogenesis): புவிப்பொருக்கில் நிகழும் பிறழ்ச்சிகளைப் பற்றி ஆயும்போது, கிளர்ச்சியின் காலத்தையும், அதனுல் பாதிக்கப்படும் பகுதியின் பரப்பையும் தீர்மானிப்பது தேவை. சில பகுதிகளில் ஒரே காலத் தைச் சேர்ந்த படிவுகள் சமகிடையாக உள்ளன. ஒரே பகுதியில் வெவ்வேறு காலங்களைச் சேர்ந்த படுகைகள் வெவ்வேறு முரண் பாடான கோணங்களில் (உடன் படா நிலையில்) சாய்ந்தவாறும் உள்ளன. இதனுல் கிளர்ச்சிகள் எங்கும் எப்போதும் தொடர்ந்து நடைபெறுவதில்லை. ஆனுல், ஒரு குறிப்பிட்ட இடைக்காலம் விட் டாற்போல் நிகழ்கின்றன என்பது விளங்கும்.

அட்டவணை—5

பேரூழி Era (group)	சிறப்புக் கூறுகள்	காலம் (தொகுதி) Period (system)	சிறப்புக் கூறுகள்
ஆர்க்கேயன் (Archaean)	தணற்பாறைகள்; திரும்பத் திரும்ப மாற்றியல் வயப்பட்ட பாறைகள். தாவர, மிருக புதைபடிவங்கள் இல்லே. சலவைக் கற்கள் (மாற்றியல்வய சு. பாறைகள்), கிராபைட்டுகள் (இவை உயிர்ம வளர்ச்சி இருந்ததைக் காட்டும்) ஆகியவை மேல் மட்டப் படிவுகளில் உள்ளன.		
உயிர்த் தொடக்க காலம் (Proterozoic)	தணற்பாறைகள், மாற்றியல் பாறைகள். தாழ்நிலே கடல்வாழ் உயிர்களும் ஆல்காக்களும் சிறிதளவு ஆனுல், கண்டு கொள்ளக்கூடிய அளவு உள்ளன.		
தொல் லுயிர்க் காலம் (Palaeozoic)	மாற்றியல் அல்லாத படிவுப்பாறைகள். முதுகெலும்பற்றவை கடலில் பெருமளவு இருந்தன. கவசம் உள்ள, செதிள்வய (ganoid),	கேம்பிரியன் (Cambrian)	நிலத்தில் வாழும் தாவரங்களோ மிருகங்களோ இல்லே. ட்ரைலோபைட் (trilobite) என்னும் கடல்-வாழ் பூச்சியின் புதைபடிவமே மிக முக்கியமானது.

அட்டவணை—5 (தொடர்ச்சி)

பேரூழி Era (group)	சிறப்புக் கூறுகள்	காலம் (தொகுதி) Period (system)	சிறப்புக் கூறுகள்
தொல் லுயிர்க் காலம் (Palaeozoic)	செவுள் - நுரையீரல்வய (dipnous) மீன்கள். முதுகெலும்பு அற்றவையும், தாழ்வகை முதுகெலும்புள்ளவையும் நிலத்தின் மேல் தோன்றின. தாழ்நிலைத் தாவரங்களான லைகோபாடுகள் (lycopods), ஈக்விஸிடம்கள் (equisetums), பரணிகள் (ferns) ஆகியவை வேகமாக வளர்கின்றன.	கேம்பிரியன் (Cambrian)	கடற் பஞ்சு (sponges), உடுமீன் (starfish), ஆடாத பிரேக்கியோபாடுகள், இரு பக்க கிளிஞ்சல்கள், செபலோபாடுகள் (cephalopods) குறுதல (Local) பனியாற்றியக்கம். வலிவு குறைவான எரிமலை இயக்கம்.
	பேரூழிக்காலத் தொடக்கத்திலும் முடிவிலும் மலைவளர் கிளர்ச்சிகள்.	ஆர்டோவிசியன் (Ordovician)	டிரைலோபைட்டுகளும் (Epistoparia trilobites) ஆடும் ஓடுகளை உடையவையும் (சுண்ணவயஓடுகளை உடைய பிரேக்கியோ பாடுகள்) கடலில் வளர்ந்தன; பேரளவுள்ள கடல்வாழ் ஓட்டுத் தோல் இணைப்புடலிகள் (arthropods) தோன்றின; பவளத் தொகுதிகள்-தட்டைப் பவளங்கள்; பிரையோஜோவாக்கள் (bryozoans) பாசிபோன்ற வடிவுடைய நீர்வாழ்

		உயிரின வகைகளும் (cephalopods—nautiloids) இக் கால முடிவு நெருக்கத்தில் வளரத் தொடங்கின. முதன் முதலாக ஒட்டுத்தோல் இணைப் புடலிகள் (myriapods, தேள்கள்) நிலத்தில் தோன்றின.
	சைலூரியன் (Silurian)	ப்ரோபேரியன் (proparian) டிரைலோபைட்டுகள், பவளங்கள், க்ரைனய்டுகள் (கடல்'லில்லிகள்'), ஆர்த்தோசிரடைட்டுகள், கடல் நத்தைகள் (cephalopods) வேகமாக வளர்ந்தன. கடல் ஊமத்தைகள் (sea urchins) மேலும் பரிணமித்தன; ப்ரேகியோபாடுகள், அம்மோனைட்டுகள். கவசமுடைய மீன்கள் தோன்றின. இக்காலத் தொடக்கத்தில் கடல் கோப்பும், முடிவில் கடல் பின் வாங்கலும் நடந்தன. தீவிரமான எரிமலை இயக்கம் தேலிடோனியன் மலைவளர் இயக்கம்.

அட்டவணை—5 (தொடர்ச்சி)

பேருழி Era (group)	சிறப்புக் கூறுகள்	காலம் (தொகுதி) Period (system)	சிறப்புக் கூறுகள்
தொல் லுயிர்க் காலம் (Palaeozoic)		டெவோனியன் (Devonian)	கடலில் பளபளப்பும், வழவழப்புமான செதில்மீன்களும் (ganoid) செவுளும் நுரையீரலும் உடைய மீன்களும் (dipnous) முதன் முதலாகத் தோன்றின. கவச மீன்களும் அம்மோனய்டுகளும் (ammonoids) வேகமாகப் பெருகின. நிலத்தில் தாழ்வகைத் தாவரங்கள் பெருமளவில் வளர்ந்தன. கடல்கோப்பும், கடல் பின்வாங்கலும் மீண்டும் மீண்டும் நிகழ்ந்தன. வடகோடி கிடைக்கோட்டிடங்களில் (latitudes) மிகு வெப்பச் சூழ்நிலைகள்.
		கார்பானிஃபரஸ் (Carboniferous)	கவச மீன்களும், ட்ரைலோபைட்டுகளும் இறந்துவிட்டன. நிலத்தின் மேல் பாசிவகைகளும் (lycopods, equisetums), பெரணிகளும் (ferns) செழிப்பாக வளர்ந்தன.
			ராட்சஸ நீர்நிலவாழிகளும், ஊர்வனவும் முதன் முதலாகத் தோன்றின.

			பல பூச்சிகளும் சிலந்திகளும் உண்டாயின. நிலக்கரிப் படிவுகள் சேர்ந்தன. தீவிரமான எரிமலையியல் கிளர்ச்சிகள் நிகழ்ந்தன. வடகோடி கிடைக் கோட்டிடங்களில் மிகு வெப்பதட்ப சூழ்நிலைகள். ஹெர்ஸினியன் மலைவளர் கிளர்ச்சியின் ஆரம்பம். இக் கால முடிவில் தென் கண்டங்களில் பனிக்கட்டி இயக்கம்.
		பெர்மியன் (Permian)	ட்ரைலோபைட்டுகள், டெட்ரா கோரல்கள் ஆகிய பலவும் கடலில் தோன்றின. கேனேய்டு (ganoid) மீன்களும்அம்மோனைடுகளும்தோன்றின. டிப்னொய்டு (Dipnoid-stegocephalians-cotylosaurs) மீன்கள் நிலத்தில் பெரிதும் வளர்ந்தன. கடல் பின்வாங்கலும் எரிமலைக் கிளர்ச்சியும் பெருமளவு நிகழ்ந்தன. ஹெர்சினியன் மலைவளர் காலத்தின் முடிவு. (இக்காலத்தில் யூரல், டீயென் ஷான் மலைத்தொடர்கள் உண்டாயின.) நில நடுக்கோட்டுப் பகுதிகளில் தீவிரமான பனிக்கட்டி இயக்கம் நடைபெற்றது. மித வெப்பக் கிடைக் கோட்டிடங்களில் உப்புப் படிவுகள் உண்டாயின.

அட்டவணை—5 (தொடர்ச்சி)

பேரூழி Era (group)	சிறப்புக் கூறுகள்	காலம் (தொகுதி) Period (system)	சிறப்புக் கூறுகள்
மீசோ சோயிக் (Mesozoic)	படிவுப்பாறைகள் படிந்தன. அம்மோனைட்டுகள், நிலம் நீர் வாழிகள் (dipnoans), ஊர்வன (reptiles) கடலில் நிறைய இருந்தன. முதன் முதலாக எலும்புடைய மீன் உண்டானது.	ட்ரையாசிக் (Triassic)	நவீன பவளங்களும் பெலம்னைட்டுகளும் கடலில் தோன்றின.
	நிலத்தின் மேல் முதல் பறவைகளும், பட்டாம்பூச்சிகளும் (butterflies), தாவரங்களும்,பூக்கும் தாவரங்களும் உண்டாயின.		நிலத்தின்மேல் ஸ்டீகோசெபேலியன்களும் (stagocephalians), காட்டிலோஸார்களும் (cotylosaurs)மறைந்தன; ஊர்வன தோன்றின—டைனசார்கள், ஆமைகள், முதலைகள், தெராப்ஸிட் ஊர்வன (therapsid reptiles), தாழ்வகைப் பாலூட்டிகள். எலும்புடைய மீன்கள், நீளவாலுடைய கிரேஃபிஷ் (crayfish) எனப்படும் நன்னீர் நண்டு வகைகள் தோன்றின. கடல் பின் வாங்கல் பெருமளவு நடந்தது. குறை மிகு வெப்பதட்ப சூழ்நிலை (subtropical), பரந்த பாலைகள்.
		ஜுராஸிக் (Jurassic)	கடலில் — ஆர்த்தோஸிரடைட்டுகள் மறைந்தன; அம்மோனுய்டுகள் அம்மோனைட்டுகளாகப் பரிணமித்தன.

		சமச்சீர் உருவற்ற கடல் ஊமத்தைகள் (sea-urchin), நண்டுகள் தோன்றின. நிலத்தின் மேல்—தெராப்ஸிட் (the-rapsid) ஊர்வன மாண்டன; இராட்சஸ ஊர்வன மிகுந்தன; தவளைகள், பறக்கும் ஊர்வன (pterosaurs), பண்டைய பறவைகள், பட்டாம் பூச்சிகள் தோன்றின. பெரிய கடல் கோப்புகள், கிம்மேரியன் மலைவளர் கிளர்ச்சிகள்; வெப்ப தட்பப் பட்டைகள் வரையறுக்கப் பட்டன.
	கிரிடேஷியஸ் (Cretaceous)	கடலில்-அம்மோனைட்டுகளும் பெலம் னைட்டுகளும் இக்கால முடிவில் மறைந்தன. நிலத்தில் ஸலமாண்டர் (salamander), நவீன முதலை, மலைப்பாம்பு போன்ற பாம்பு ஆகியவை தோன்றின. இராட்சஸ ஊர்வன மறைந்தன-டைனஸார்கள், இட்ச்டியோசாரஸ், இடிரோசாரஸ் ஆகியவை மறைந்தன. பண்டைய பாலூட்டிகளும் பூக்கும் தாவரங்களும் தோன்றின. இக்கால நடுவில் தீவிர கடல் கோப்புகள் ஏற்பட்டன.

அட்டவணை—5 (தொடர்ச்சி)

பேரூழி Era (group)	சிறப்புக் கூறுகள்	காலம் (தொகுதி) Period (system)	சிறப்புக் கூறுகள்
செனசோயிக் (Cenozoic)	படிவுப் பாறைகள் உண்டாயின. மாபெரும் 'லாவா' உமிழ்வுகள். மாபெரும் கடல்கோப்புகளும், கடல் பின்வாங்கலும் நிகழ்ந்தன. நவீன கண்டங்கள் மெல்ல உண்டாயின. அல்பைன் மலைவளர்ச்சி நிகழ்ந்தது.	பேலியோஜீன் (Paleogene)	கடலில்-எலும்புடைய மீன்கள் திளைத்தன. கிளிஞ்சல்கள் (mollusks) நவீன உருவத்தைப் பெற்றன. நிலத்தில்- பண்டைய பாம்புகளும், ஓணான்களும் இக்காலத்திலும் இருந்தன. பாலூட்டிகள் இராட்சஸ அளவை அடைந்தன. பற்கள் இல்லாத விலங்குகளும், மீனுருவப் பாலூட்டிகளும் ப்ரோஸிமியன்களும் (prosimians) தோன்றின. வெப்பதட்ப நிலைகள் பகுக்கப்பட்டு விட்டன. ஆல்பைன் மலை வளர்ச்சி ஆரம்பித்தது.

		நியோஜீன் (Neogene)	கடல்-வாழ் உயிரிகள் நவீன உருவத்தைப்பெற்றன. கடல்வாழ் பாலூட்டிகளில் பல இனங்கள் தோன்றின. நிலத்தில் இராட்சஸ பாலூட்டிகள் மடிந்தன. குளம்புடைய விலங்குகளும் (ungulates), தூம்புநுதி விலங்குகளும் (proboscideans), கண்டதைப் புசிக்கும் விலங்குகளும் (omnivora) தோன்றின. மனிதக்குரங்கு வகைகள் உண்டாயின. ஆல்பைன் மலை வளர்ச்சி முடிந்தது.
		குவார்டர்னரி (Quaternary)	இக் காலத் தொடக்கத்தில் மனித வாழ்க்கையின் அறிகுறிகள் ஐயமின்றிக் காணப்படுகின்றன. கண்டங்களும் கடல்களும் இன்றைய உருவத்தைப் பெற்றன. திடுமென வெப்பம் குறைவதும், நெடுங்காலமாகத் தங்கும் பனிக்கட்டி இயக்க காலமும், இவற்றுக்கு இடையே வெப்ப காலமும் மாறி மாறி வந்தன.

புவியின் வரலாற்றில் நான்கு அடிப்படை மலைவளர் பகுதிகள் உள்ளன:

1. ஆல்பைன் மடிப்புக்காலம். மீஸோஜோயிக் (ஜுராஸிக்-கிரிடேஷியஸ்) மடிப்பு—டெர்ஷியரி காலம் முதல் இன்று வரை.

2. ஹெர்ஸினியன் மடிப்பு: கார்பானிஃபரஸ்—பெர்மியன் காலம்.

3. கேலிடோனியன் மடிப்புக் காலம்: சைலூரியன் காலம்.

4. முன்கேம்பிரியன் மடிப்புக்காலம்: முன்-கேம்பிரியன் காலத்தில் திரும்பத் திரும்ப நிகழ்ந்தது.

ஒரு மலை வளர்ச்சி ஏற்படும்போதே நில அரிப்பினால் அது தாக்கப்படுகிறது. இதனால்தான் உலகிலேயே மிக உயரமான மலைமுகடுகள் (7,500—8,800 மீட்டர்கள்) டெர்ஷியரி கால முடிவில் (ஆல்பைன் மடிப்பு) ஏற்பட்ட இளைய மலைத்தொடர்களில் உள்ளன. இந்த மலைத்தொடர்கள் பசிஃபிக் மாகடலைச் சூழ்ந்தவாறு உள்ளன; மேலும் இவை, அட்லான்டிக் முதல் பசிஃபிக் வரை, ஐரோப்பா, ஆசியாவின் தென் விளிம்பில் புவிக்கிடைக்கோடு நெடுக உள்ளன (கார்டிலிரா, ஆண்டீஸ், காகஸஸ், அல்டாய், பாமிர், இமயம்).

பேலியோஜோயிக் காலத்தின் முடிவில் (ஹெர்ஸினியன் மடிப்பு) எழுந்த மலைத்தொடர்களில் மலைமுகடுகள் 1500—2000 மீட்டர் கூட எட்டுவதில்லை. டீயன் ஷான் மலையின் மிகப்பெரிய உயரம் ஆல்ப்ஸ் மலைகள் உண்டானபோது நிகழ்ந்த மேல் வளைவு எழுச்சிகளின் விளைவாகும். கடைசியாக, கேலிடோனியன் (Caledonian) காலத்துக்குப் பிறகு ஏற்பட்ட மலைத்தொடர்களிலுள்ள எந்த முகடும் 1500 மீ. உயரத்துக்கு மேல் எழுவதில்லை.

புவிப்பொருக்கின் முக்கிய நிலப்பொதியியல் அமைப்புகள்: மேலே குறிப்பிட்டவாறு புவிப்பொருக்கில் ஏற்படும் இடப்பெயர்ச்சிகள் புவிப்பொருக்கின் அமைப்பிலும், மேற்பரப்பின் புடைகூறுகளிலும் மாற்றங்களை ஏற்படுத்துகின்றன. புவிப்பொருக்கில் காணப்படும் நிலப்பொதியியல் அமைப்புகள்: மேடைகள்; கடலடித் தொய்வுகள் (geosyncline) மடிக்கப்பட்ட பகுதிகள்.

மேடைகள் (Platform): மிகச் சிறிதளவே ஊசலாட்ட இடப்பெயர்ச்சியுடைய, விறைப்பான, நிலையான நிலப்பகுதிகள்.

மேடைகளின் அமைப்பில் இரண்டு நிலைகள் உள்ளன : இதன் அடிநிலை அல்லது கடைக்கால் பகுதி மிகவும் உடைந்தவாறுள்ள மாற்றியல் பாறைகளால் ஆன தடித்த முன்-கேம்பிரியன் பாறைத் தொகுதி வரிசைகளால் ஆனது. மேல் நிலைப் பாறைகள் பல பத்து அல்லது நூறுமீட்டர் கனமானவை; இவை சாதாரணமாக சம கிடையான பேலியோஜோயிக், மீஸோஜோயிக், ஸெனோஜோயிக் காலக் கடலியல் படுகைகள். மேல் நிலப்படுகைகளின் நில அடுக்கியல் இடையறவு இப்பகுதிகளில் கண்டம் வளர் நிலக் கிளர்ச்சிகள் ஏற்பட்டுள்ளதைக் காட்டுகிறது.

குறுதல (local) மடிப்புகள், கொம்மைகள், சற்றே சாய்ந்துள்ள பக்கங்களை உடைய, வளைந்து வளைந்துள்ள மடிப்புகளாகி, சில்போது, படிவுப் போர்வைகளில் ஏற்படுகின்றன.

மேடையின் கடைக்கால் மேலெழுவதும் தாழ்வதுமாக உள்ளது. உயர்த்தப்பட்டுள்ள பாறைப்பாளக் கடைக்கால்களுக்கு **'ஏஅண்டிக்ளைஸெஸ்'** (anteclises) என்றும், தாழ்ந்துள்ள பாளங்களுக்கு 'ஸினிக்ளைஸெஸ்' (syneclises) என்றும் பெயர். கடைக்கால் வெளிப்புகளை உடைய மேடைப் பகுதிகளுக்குக் **கேடய நிலம்** (shield) என்று பெயர். மேடைகளின் மிகவும் விரைப்பான பகுதிகளே கேடய நிலங்கள். இவை பின்-முன்-கேம்பிரியன் காலங்களில் உள்ளே அமிழவில்லை; ஆனால், அதற்கு எதிர்மாறாக, மேல்நோக்கி எழுந்தன.

புவிப்பரப்பிலுள்ள மேடைகள் பின்வரும் நிலப்பகுதிகளில் உள்ளன: ரஷ்யா, சைபீரியா, ஆஸ்திரேலியா, வடஆப்பிரிக்கா. ஒவ்வொரு மேடையிலும் கேடய நிலங்கள் உள்ளன. எடுத்துக்காட்டாக, பால்டிக், உக்ரேனியன் கேடயங்கள் ரஷ்ய மேடையிலும், அனபார் (Anabar), ஆல்டான் (Aldan), என்னிஸெஸ் (Yanisei) கேடயங்கள் சைபீரியன் மேடையிலும், கனேடியன் கேடயம் கனேடியன் மேடையிலும் உள்ளன.

மடிப்புப் பகுதிகள் (folded zones) : கடலடித் தொய்வுப் பகுதிகளில் (நிலமடிவு) உண்டாகின்றன. இவை நிலப்பரப்பில் எங்கெங்கு மடிப்புப்பாறை வெளிப்புகள் உள்ளனவோ அப்பகுதியில் உள்ளன. நிலமடிவுகளே (geosyncline) நிலப்பொருக்கில் மிகவும் விரைவாக நகரும் பகுதிகள். இவற்றில் ஏற்படும் வேறுபாடுகள் மிக அதிக அளவில் உள்ளதால் இவை பல ஆயிரம் மீட்டர்கள் தடிப்புக்குப் படிவுகளைச் சேகரிக்க ஏதுவாக உள்ளன. புவிப் பொருக்கின் மடிப்புகளால் இப்படிவுகள் மடிக்கப்பட்டும், உடைக்கப்பட்டும், பெரிதும் துண்டிக்கப்பட்டும் உள்ளன. இச் செயல்

முறைகள் நடைபெறும்போது மேக்மா படிவுப் பாறைத் தொகுதிகளினுள் வெடிப்புகளினூடேயும் இளப்பமாக்கப்பட்ட பகுதிகளினூடேயும் புகுந்து பல நுழைவுப் பாறைகளை உண்டாக்குகின்றன.

மடிப்புச் செயல்முறைகளினால் விளைவிக்கப்படும் மாபெரும் அழுத்தமும் மேக்மா உள்நுழைவும் ஒரு நில மடிவில் உள்ள பாறைகளைத் தவிர மாற்றியல் இயக்கத்துக்கு உட்படுத்துகின்றன; இதனால் இவை நெகிழ்மத்தன்மையையும் மடிப்புத்தன்மையையும் மெல்ல இழந்துவிடுகின்றன. இவ்வாறு, மலைவளர் கிளர்ச்சிகளினால் ஒரு நிலமடிவு (geosyncline) இருந்த இடத்தில் விரைப்பான நெகிழ்வு அற்ற இளைய மேடை எனக்கூடிய மடிப்புத்தொகுதி உண்டாகிறது. நிலமடிவில் மலைவளர் கிளர்ச்சி அப்பகுதியில் பொதுவான கண்டம் வளர் மேலுந்தலோடு (epirogenic uplift) முடிவுறுகிறது. புதிதாக உண்டான மடிப்புத் தொகுதி மலையாக அமைகிறது. வெளிப்புற விசைகளால் மலைகள் அழிக்கப்படுவது ஒரு புறமும், பாறையின் நெகிழ்வு இழப்பு மறுபுறமும் முடிவில் ஒரு மடிப்புப் பகுதியை மேடையாக்குகின்றன.

மடிப்புப் பகுதிக்கு அறிகுறிகள் பின்வருவன:

1. தடிப்பான தணலியல் அல்லது படிவுப்பாறைத் தொகுதி;

2. தீவிரமான மடிப்பு;

3. பெருமளவுக்கு நுழைவுகளும் கனிமங்களும்;

4. பாறைகளின் மாற்றியக்கம்.

யூரல், டீயன்ஷான், ஆல்டாய் (ஹெர்ஸினியன் அமைப்புகள்), கிரிமியன், காகஸியன், கார்பேத்தியன், பாமிர் (ஆல்பைன் அமைப்புகள்) ஆகிய மலைத் தொகுதிகள் வெவ்வேறு காலங்களில் ஏற்பட்ட மடிப்புப் பகுதிகளுக்கு எடுத்துக்காட்டுகள்.

பெரிய மலைத்தொடர்களில் சாதாரணமாக உடைப்பு, மடிப்பு முறிவுகள், பலவித மடிப்புகள், பிளவுப்பெயர்ச்சிகள் ஆகியவை காணப்படுகின்றன. ஆனால் சிலபோது, ஏதாவது ஒரு வகை நிலை குலைப்பு மேம்பட்டிருக்கும். வெட்டுண்ட உருவம் மேம்பட்டுள்ள இடத்தில் பாள அமைப்புடைய மலைகளைக் காண்கிறோம். மடிப்பு நிலைகுலைவு மேம்பட்டுள்ள இடத்தில் மலைகள் மடிப்பு அமைப்புடையன.

சில பல பத்து, நூறு கி. மீ. வரை பரந்துள்ள புவிப் பிறழ்ச்சி அமைப்புகளுடன் ஒப்பிடும்போது, எரியியல், கொம்மை, பிறை எக்கர், எக்கர் போன்ற கூட்டு மலைகளும் (composite), நீராலும் காற்றாலும் அரிக்கப்பட்டு (denudation) உண்டான ஒண்டிமலை (monadnock) போன்ற மலைகளும் மிகவும் சிறியவை.

முடிவில், உலகின் மிகப்பெரிய மலைகளை உண்டாக்கிய புவிப் பிறழ்ச்சிகள் இன்னும் தணியவில்லை என்பதை நினைவில் கொள்ள வேண்டும். நிலமடிவுகள் (geosynclines), அதாவது, மிகவும் நெகிழ்ச்சியான பகுதிகள் பல உள்ளன; மற்றும் பல தோன்றியபடி யுள்ளன. இதற்கு அறிகுறி தற்போது மிகுந்த அளவில் படிவு ஆக்கம் நடைபெறும் இடமான நிலத்தாழ்வுப் பகுதிகள். புதி தாகத் தோன்றும் நிலமடிவுக்கு எடுத்துக்காட்டு பசிஃபிக் மாகட லின் ஒரு பகுதி; இதில் குரில் தீவுகள், ஜப்பான், மலேயா தீவுக் கூட்டம் ஆகியவை அடங்கியுள்ளன.

தீவுக் கூட்டங்கள் இருக்கும் கடல் பகுதிகளில், தீவுகளிலிருந்து அரிக்கப்பட்டு நீக்கப்படும் பொருள்கள், அத் தீவுகளுக்கு இடையே உள்ள குழிவான கடலடிகளில் சேர்ந்துகொண்டே வருவதைக் காணலாம். இதைத் தவிரப் படிவுகள் சேரும் கடலடித் தொய்வு களைச் சுட்டும் மற்ற அறிகுறிகளும் உள்ளன: பேசினின் வெவ்வேறு பகுதிகளில் காணப்படும் வெவ்வேறு அறிகுறிகளில் ஏற்படும் மாறு பாடுகளின் அலகு; வீரியமான எரிமலை இயக்கம்; வீரியமான நில அதிர்ச்சி இயக்கம். இக்கூறுகள் அனைத்துமே மேற்கு பசிஃபிக்கில் காணப்படுகின்றன.

பாறை மாற்றியல்

(Metamorphism)

புவிப்பொருக்கின் உள்ளே நடைபெறும் செயல்முறைகளின் விளைவாட்சிக்கு உட்படும் படிவுப்பாறைகள், தணற்பாறைகள் ஆகியவற்றின் ஆக்கக் கூறுகளில் ஏற்படும் மாறுபாட்டையே பாறை மாற்றியல் என்கிறோம். முக்கிய செயலிகள்—வெப்பம், ஒரு திசையில் ஏற்படும் அமுக்கம், வாயு பாறை மாற்றம் (pneumatolysis) வாயு பாறை மாற்றத்தில் மேக்மாவால் விடுவிக்கப்படும் வாயுக்களும் கரைசல்களும் பங்கு கொள்வதால் நிகழும் செயல் முறையில் கனிமங்கள் உண்டாகின்றன. பாறை மாற்றியக்கத் தால் பாறையின் அமைப்பும், நுண் இழைமையும் (texture) மட்டு மல்லாது கனிமக் கூட்டமைவும் (composition) மாற்றப்படும்.

அதிக அமுக்கத்தால் இலைக்கட்டு அல்லது ஏடு அமைப்பும், (foliated) அதிக வெப்பத்தால் மாறும் படிக ஆக்கமும் உண்டா வதால் மாற்றியல் பாறைகள் சட்டுமை அமைப்பையும் (schistose) அகவரிச் செறிவு (granular) அமைப்பையும் பெற்றுள்ளன. எடுத்துக்காட்டாக, மலைவளர் செயல்முறைகளின்போது ஏற்படும் ஒரு திசையில் இயங்கும் அமுக்கங்களினால் பாறைகள் மடிந்து நொறுங்குகின்றன; இதனால் இவை தாள்படல அமைப்பைப் பெறுகின்றன; இந்த அமைப்புக்கும் படிவுப்பாறைகளின் படல அல்லது வரி அமைப்புக்கும் மிக்க வேற்றுமை உண்டு.

பாறை மாற்றியலின் இரண்டு அடிப்படை வகைகள்: அமுக் கத்தால் விளையும் இயக்கவியல் வகை (dynamic); வெப்பத்தால் உண்டாகும் வெப்ப இயல் வகை.

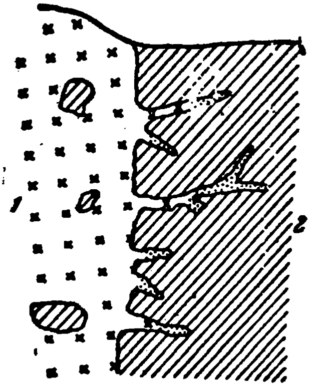
எடுத்துக்காட்டாக, இயக்கவியல் பாறைமாற்றம் 200-300°செ. வெப்பம் உள்ள ஆழத்தில் நடைபெறும் மடிப்பு ஆக்கத்தின் போது உண்டாகிறது. வெப்ப இயல் பாறை மாற்றம் சாதாரண

மாக முதன்மைப் பாறைகளின் மேல் நுழைவுகள் படும் இடங் களில் தோன்றுகிறது (படம் 112). தொடு பாறை மாற்றம் (contact metamorphism) என்பது வெப்பப் பாறை மாற்றத்துக்கு மற்றொரு பெயர்.

தொடு பாறை மாற்றம் ஏற்படும் இடத்தில் உள்ளே வரும் வெப்பம் தணிவதற்கு மிக நீண்ட காலம் பிடிக்கும். உருகிய பாறைக் குழம்பு (மேக்மா) படிவுப் பாறை வரிசையின்மேல் எல் லாத்திசைகளிலும் செயல்படுகிறது; நேரில் தொடும் இடத்தில் பாறை உருக்கப்படுகிறது; இதன் வெப்பம் (800°செ.) வெகு தூரம் வரை கடத்தப்படுகிறது. உருகிய படிவுப்பாறையின் பொருள்களும், நுழைவுப் பாறைக் குழம்பின் பொருள்களும் கலப் பதால் உண்டாகும் புதிய கனிமங்கள் நுழைவைச் சூழ்ந்தவாறு அமைகின்றன. இவ்வாறு கலக்கும் பாறைகளின் வேதியியல் கூட் டமைவுக்கு ஏற்ப, புதிதாக உண்டாகும் கனிமங்களின் எண் ணிக்கை மாறுபடும்.

எடுத்துக்காட்டாக, கிரேனைட் மேக்மா குவார்ட்ஸ் மணல் படிவுடனும் மணற்பாறையுடனும் கலக்குமானல் புதிய கனிமங் கள் ஏதும் உண்டாவதற்கில்லை. ஆனல், கிரேனைட் மேக்மா சுண் ணப்பாறையுடன் கலக்குமானல் இவை இரண்டுக்கும் புதிதான கனிமங்கள் உண்டாகின்றன. கிரேனைட் மேக்மாவுக்கும் சுண் ணப்பாறைக்கும் இடையே பல இடைநிலைப் பகுதிகள் உள்ளன. இப்பகுதிகள் கிரேனைட் பிழம்புக்கு எவ்வளவு தொலைவில் உள் ளதோ அவ்வளவுக்கு அங்கு காரப் பாறைக் கனிமங்கள் அதிகமாக இருக்கும். முடிவில், வெப்பத்தால் மட்டும் உருகியுள்ள சுண்ணப் பாறை கிரேனைட் பொருளுடன் கலக்காமல் உள்ள இடத்தில் அது மீண்டும் படிகமாகிச் சலவைக் கல்லாகிறது (marble). யூரல் மலை களில், ஆலிவின்களுடன் கிரேனைட் கலப்பதால் ஆலிவின்கள் நீர் வயமான டால்க் (talc) குளோரைட் (chlorite) சிஸ்ட்டுகளை (schists) உண்டாக்குகின்றன.

குளிர்ச்சியான பாறைப்பகுதிகளில் உள்ள வெடிப்புகளி னூடே வாயுக்களும் கரைசல்களும் புவிப்பொருக்கின் பெரும் பகுதியினுள் செல்லும்போது செயல்படும் பொருள்கள் வெப்ப வாயுக்களாக மட்டும் உள்ளபோது பாறைகளில் வாயு-பாறை மாற்றம் (pneumatolytic) ஏற்படுகிறது; செயல்படும் பொருள் கள் மிகச் சூடான கனிம நீர்களாக உள்ளபோது நீர் வெப்ப (hydrothermal) மாற்றம் உண்டாகிறது.



படம் 112. நுழைவுப் பாறைக்கும், (1) படிவுப் பாறைக்கும் (2) இடையே உள்ள தொடுபரப்பு.

புதிய படிவுகளின் எடையின் காரணமாகவோ புவிப் பொறைக் கிளர்ச்சிகளின் காரணமாகவோ ஏற்படும் மாற்றங்களால் படிவுறும் பாறைத் தொகுதிகள் மெதுவாகப் புவிப் பொருக்கினுள் புதைந்து கொண்டே செல்வதால் வெப்பமும் சேர்ந்து செயல்பட ஆரம்பிக்கிறது. இவ்வகையில் குளிர்ச்சியான படிவுப் பாறைத் தொகுதிகளும் உருகிய நுழைவுப் பிழம்பான மேக்மாவும் தொடுவதில்லை. மிகப் பரவலான படிவுப் பாறைப் பகுதி அப்படியே வெப்பம் மிக்க பகுதியிலும் மூழ்குகிறது. படிவுப் பாறைகள் இவ்வாறு அமிழும்போது முதலில் நெகிழ்ச்சி அடைகின்றன; பிறகு, முடியுமானால் திரவ நிலையை அடைகின்றன. இதனால் விளைவது **பெரும் புலப் பாறை மாற்றம்** (Regional Meta-morphism).

புவிப்பொருக்கின் மேல் பகுதிகளில் நிலை நீரியக்க அமுக்கம் (**hydrostatic pressure**) குறைவாகவே இருந்தாலும் இது 10—20 கி. மீ. ஆழத்தில் மாபேரளவை அடைகிறது. சராசரியாக, 1 சதுர செ. மீ. பரப்பும் 5 மீட்டர் உயரமும் உடைய பாறைத் தூண் ஒன்று ஒரு வளியழுத்தத்தைத் தருகிறது. ஆகவே, 5000 மீட்டர் ஆழத்தில் 1000 வளியழுத்தம் உள்ளது; 25000 மீ. ஆழத்திலுள்ள அழுத்தம் 5000 வளியழுத்தத்துக்குச் சமமாகிறது. உயர்ந்த வெப்பத்துடன் (1500°செ. வரை) சேர்ந்துகொண்டு இப் பேரளவுடைய அழுத்தம் பாறைகளை நெகிழும் நிலையை அடையச் செய்கிறது. அப்போது பாறைகளின் பகுதிகள் ஒன்றையொன்று இடம் பெயரச் செய்துகொள்ளும்போதே மாவாக அறைக்கப்படுகின்றன. இச் செயல்முறைக்கு அரைப்பியக்கம் (melonitisation) என்று பெயர். இதனால் பாறையில் இலைக்கட்டமைப்பு அல்லது ஷிஸ்ட் அமைப்பு (schistosity) ஏற்படுகிறது; இதிலுள்ள கனிமங்கள் இணை இணையாக நெருங்கியவாறு ஒருபோகாக அமைகின்றன.

நாம் முன்பே குறிப்பிட்டவாறு, புவிப்பரப்பிற்கு அருகே வெப்பமும் அழுத்தமும் ஏற்கும் பங்கும் ஆழப்பகுதிகளில் இவை ஏற்கும் பங்கும் வேறாக உள்ளன. இதனால், அமிழும் படிவுப் பாறையின் மாற்றியலியக்கப் பகுதியை மூன்று பிரிவாகப் பிரிக்கலாம்: மேல்பகுதி அல்லது வெளிப்பகுதி—இது மேற்போக்கான மாற்றப்பகுதி; இடைநிலை அல்லது புறப்பகுதி—இது நடுத்தர

மாற்றப்பகுதி; அடிப்பகுதி அல்லது கீழ்ப்பகுதி—இது ஆழ்நிலை மாற்றப்பகுதி.

வெளிப்பகுதியில் (epizone) : வெப்பமும் அழுத்தமும் குறைவாக உள்ளன. இப் பகுதியில் ஏற்படும் மாற்றியல் பாறைகள் மிகத் தெளிவான இலையடுக்கமைப்பு உடையன; கனிமங்கள் தட்டையான தகட்டு அமைப்போ செதிள் அமைப்போ உடையன; இக் கனிமப் படிகங்களின் நீள அச்சுகள் இயங்கும் விசைக்கு நேர்க் குத்துத் திசைக்கு இணையாக உள்ளன.

நடுப்பகுதியில் (mesozone) : வெப்பமும் அழுத்தமும் அதிகமாக உள்ளன. இதனால் படிவுப்பாறைகளில் மறு படிகமாக்கம் அதிகமாக நடைபெற ஏதுவாகிறது. இதில் பௌதிக நிலைகுலைவுகளான வெடிப்புகள், பிளவுகள் போன்றவற்றையும் காணலாம். இப் பகுதியில் விளையும் பாறைகள்: மைகா ஷிஸ்டுகளும் (schists), ஆம்பிபோல் ஷிஸ்டுகளும் நைஸ்களும் (gneisses). முதல் வகையில் மைகாவுடன் ஃபெல்ஸ்பார்களும் கலந்துள்ளன. இரண்டாம் வகையில் ஹார்ன்ப்ளெண்டு அதிகமாக உள்ளது. மற்ற ஷிஸ்டு வகைகளைவிட அதிகமாக மாற்றப்பட்டுள்ள படிகவய ஷிஸ்டுகள் அடிக்கடி இப்பகுதிகளில் காணப்படுகின்றன.

ஆழப்பகுதியில் (hypozone) : வெப்பமும் அழுத்தமும் மிகப் பேரளவுகளில் உள்ளன. இப்பகுதியில் பாறைகள் மிகவும் அதிகமாக மறு படிகமாக்கப்படுகின்றன. இவ்வாறு புதிதாகப் படிகமாக்கப்படும் கனிமங்களில் ஆகைட்டும் ஆலிவீனும் மிகப் பரவலாகக் காணப்படுகின்றன.

இவ்வாறு கீழே அமுங்கும் படிவுப்பாறைத் தொகுதிக்குள் மேக்மா புகும்போது மேலே குறிப்பிட்ட மாற்றங்களின் தொடர்ச்சி மிகவும் மாறுபட்டுவிடுகிறது. அழுத்தத்தின் செயலாற்றலுடன் தொடுபாறை மாற்றியக்கத்தினால் ஏற்படும் தோற்றப்பாடுகள் கலந்துவிடுகின்றன. "கல்மண்டலம்" (lithosphere) (கற்கோளம்) என்னும் தலைப்பில் முக்கியமான மாற்றியல் பாறைகளின் விளக்கம் தரப்பட்டுள்ளது.

மலைவளர் செயல்முறைகளால் ஏற்படும் இயக்கவியல் (dynamic) பாறைமாற்றத்தை நிலைகுலைவு (dislocation) பாறை மாற்றம் என்றும் கூறலாம்.

புவியின் வயது

வரலாற்றுக் காலம் முழுவதிலும் மனிதன் புவியின் வயது என்ன என்பதைக் கண்டுபிடிப்பதில் ஈடுபட்டவாறே இருந்து வருகிறான். பண்டைக் காலத்தில் இந்த ஆய்வின் முடிவுகள் மிகவும்

மாறுபட்டவாறு இருந்தன. எடுத்துக்காட்டாகக் கீழை நாடு களில் (சீனு, ஜப்பான்) சில அறிஞர்கள் பல பத்து மில்லியன் ஆண்டுகள் என்று கருதப்பட்டது; ஆனுல், மற்ற சில அறிஞர் களால் சுமார் 100,000 ஆண்டுகள் என்று கருதப்பட்டது. மெடிட் டெர்ரேனியன் நாடுகளில் புவியின் வயது 5000 ஆண்டுகள் என்று (முற்காலத்தில்) கருதப்பட்டது. மத்திய வரலாற்றுக் காலத்தில் (middle Ages) கிருத்தவ உலகம் முழுவதிலும் இந்த எண்ணம் ஒப்புக் கொள்ளப்பட்டது.

எல்லாப் பழைய பொதுக் கருத்துகளேயும் மிருகத் தாவரப் புதைப் படிவங்களின் ஆய்வுகள் கவிழ்த்துவிட்டன. தொல்லுயிர் அறிஞர்கள் மிருக வர்க்கத்தின் பல தலைமுறைகளேக் காணும் போது, பல மாறுதல்கள் இருப்பதை உணர்ந்தனர். இதனுல் நம் கோளில் உயிர்கள் உற்பத்தியாக பல நூறு ஆயிரம் ஆண்டுகளுக்கும் அதிகமான காலம் பிடிக்கும் என்னும் முடிவுக்கு வந்தனர்.

புவியில் ஏற்படும் சில செயல் முறைகள் நிழக, எவ்வளவு காலம் பிடிக்கிறது என்பதைக் காண முயற்சிகள் எடுத்துக் கொண்டனர். எடுத்துக்காட்டாக, கடலின்நீர் ஆரம்பத்தில்நன்னீ ராக இருந்தது என்று நினேத்தனர். ஏனெனில், இந்த நீர் முதலில் மழை நீராக இருந்திருக்க வேண்டும்; ஆகவே, அதில் உப்பு இருக்க முடியாது. இன்றைய கடல் நீரில் ஒரு லிட்டருக்கு 35.5 கிராம் உப்பு கரைந்துள்ளது. இந்த உப்பு நிலத்திலிருந்து ஆறுகளால் கொண்டு வரப்படுகின்றன. கடல் நீர் நீராவியாகி மேகமாகச் சென்று, நிலத்தின் மேல் மழையாகப் பொழிவதால் அது மீண்டும் நிலத்தைஅடைகிறது. இவ்வாறு மீண்டும் மீண்டும் நிலத்திலிருந்து உப்புகள் கடலே அடைந்தவாறே உள்ளன. ஆறுகள் ஓராண்டுக்கு எவ்வளவு உப்பைக் கரைத்துக் கொண்டுவருகின்றன என்று கணக் கிட்டுக்கூறலாம். மேலும், கடலில் எவ்வளவு நீர் உள்ளது என்பது தெரியும். இதனுல் கடல் நீர் தற்போது பெற்றுள்ள உவர்ப்புத் தன்மையை அடையச் சுமார் அரை மில்லியன் ஆண்டுகள் பிடித் திருக்கும் என்று கணக்கிடுவது எளிதாக இருந்தது.

இவ்வாறு கணக்கிடுவதில் கீழ்வரும் குறைகள் உள்ளன. 1. ஆரம்பத்தில் கடல் நீரின் உவர்ப்புத் தன்மை எவ்வளவு இருந்தது என்று தெரியாது; 2. கடல் நீரில் நடை பெறும் எவ்வித மான பௌதிக, வேதியியல் வயச் செயல்முறைகளேயும், முக்கிய மாக, உயிர்மங்களின் உயிராக்கச் செயல் முறைகளேயும் நாம் கணக்கில் சேர்ப்பதில்லே. கடல் வாழிகள் தமது எலும்புக்கூடுகளேக் கடல்நீரின் உப்புகளேக் கொண்டு கட்டுகின்றன; அவற்றின்

உடலிலும் உப்புகள் சேருகின்றன. கடல் நீரில் 'அயோடின்' மிகக் குறைவாகவே இருந்தபோதிலும், சில ஆல்காக்களின் உடல்களில் அயோடின் பெருமளவில் சேகரிக்கப்படுகிறது; இதனுல், அவற்றின் பிண்டங்கள் தொழிற் துறையில் அயோடினைத் தயாரிக்கப் பயன் படுத்தப்படுகின்றன.

ஆகவே, இத்தகைய எளிய கணக்குப்படி உலகின் வயது 500,000 ஆண்டுகள் என்று சொல்வது சரியல்ல.

சில பகுதிகளிலுள்ள காலவரிக் களிப் படிவுகளை (Varved) clays) மூடியவாறுள்ள நீர்த் தேக்கங்களில் படியும் வண்டல்வயப் படிவுகள் என்று நாம் நினைக்கிறோம். இப் படிவுகளின் வரிப்படல குணம் வண்டலாலும், சன்ன மணலாலும் ஆன பல மி.மீ. தடிப்பு உடைய படிவுகள் மாறிமாறி உள்ளதால் ஏற்பட்டுள்ளது. நீர் தாழ்மட்டத்திலுள்ள பருவகாலத்தில் வண்டல்படிகிறது என்றும், இதற்கும் சற்று பருவெட்டான மணல் பனிக்கட்டி உருகுவ தாலோ, மழை அதிகரித்ததாலோ, கலங்கல் நீர் ஏரிகளில் ஓடிய தாலோ உண்டாகிறது என்றும் கருதப்பட்டது. ஆகவே, ஒவ்வொரு ஜோடிப் படலங்களும் ஓராண்டில் சேர்ந்துள்ள படிவு களைக் குறிக்கும். இப் படலங்களின் தடிப்பு அளக்கப்பட்டுள்ளது. மொத்தப் படிவின் தடிப்பை ஒரு ஜோடிப் படிவின் தடிப்பால் வகுத்தால் மொத்தப் படிவு ஏற்பட எத்தனை காலம் பிடித்திருக்கு மென்று தெரியும். சில ஏரிகளில் இந்தக் கணக்குப்படி 5,000—20,000 ஆண்டுகள் என்று காட்டுகிறது.

ஆனுல், இந்த முறைப்படி, படிவுகள் நிறைந்திருந்த ஓர் அண்மைய காலத்தையே கணக்கிடுகிறோமே தவிர புவியின் முன்னைய காலத்தை அல்ல. கிழக்கு ஐரோப்பாவின் எல்லைக்குள் இருந்த ஒரு பெரிய பனிப்போர்வை உருகியதால் இந்த நீர்த் தேக்கங்கள் தோன்றின. ஆகவே, நாம் புவி வரலாற்றின் ஒரு குறுகிய காலத்தைப் பற்றியே தெரிந்து கொண்டுள்ளோம்.

ரேடியத்தைக் கண்டுபிடித்த பிறகு, அண்மையில் சில பத்து ஆண்டுகளுக்குள், புவியின் உண்மை வயதைக் கணக்கிடக் கதிரி யக்க முறையைப் பயன்படுத்தினர். சில நிலையற்ற கனிமங்களின் (முக்கியமாக யுரேனியம், தோரியம்) அணுக்கள் தொடர்ந்தாற் போல் சிதைந்துகொண்டே இருக்கின்றன; இதனுல் தொடர்ந்தாற் போல் மற்ற கனிமங்களின் அணுக்கள் உண்டாகிக் கொண்டே இருக்கின்றன, என்னும் உண்மையை அடிப்படையாகக்கொண்டே இம் முறையை வகுத்துள்ளனர். இப்படிச் சிதைவுறும்போது

முடிவில் ஹீலியம் வாயுவும், செயலாற்றலற்ற ஈயமும் உண்டா கின்றன. ஹீலியம் ஆவியாகிவிடுகிறது; ஈயம் சேர்ந்துகொண்டே வருகிறது.

கனிமத்தின் வயதை அதனுடன் கலந்தவாறுள்ள கதிரியக்கத் தனிமம், ஈயம், ஹீலியம் ஆகியவற்றின் அளவுகளைத் தொடர்பு படுத்திப் பார்த்துக் கணக்கிடலாம். அக்கனிமம் எந்தப் பாறையில் இருந்ததோ அதன் வயதையும் இப்படியே அறியலாம். புவிப் பொருக்கின் வயதையே சுமாராக இதனால் கணக்கிடமுடியும்.

இப் புவி 3000—6000 ஆண்டுகளாக ஒரு கோளாக இருந்து வருவதாகப் பெரும்பாலான பூபௌதிக அறிவியலாளர்கள் ஒப்புக் கொள்கின்றனர். இம் முறையினால் புவிப்பொருக்கு 3000—4000 மில்லியன் ஆண்டுகள் வயதானது என்று கணக்கிடப் பட்டுள்ளது. இதனோடு, புவி வளர்ச்சியின் பல காலப்பகுதிகளின் வயதையும் தீர்மானிக்க இம்முறையைப் பயன்படுத்தியுள்ளனர். இத் துறையில் சோவியத் அறிவியலாளர்களான V. வெர்னட்ஸ்கி, K. நீநாட்கேவிச், V. க்ளோபின் ஆகியோர் பல ஆய்வுகள் நடத்தியுள்ளனர்.

புவிப் பொருக்கின் பாறைகள் உண்டாக உண்மையில் எவ்வளவு காலம் பிடித்தது என்பதைக் கண்டுபிடிக்க முடியாது. இவற்றின் வயதை ஒன்றுக்கு ஒன்று தொடர்பு படுத்தியே அறிய முடியும். புவி வரலாற்றைக் குறிப்பிட்ட தாவர-, மிருகத் தொகுப்புகள் வாழ்ந்து வந்த பல பகுதிகளாகப் பிரித்து இவ் வயதைச் சார்பு படுத்தி அறிகிறோம். தாவர, மிருகப் புதைப் படிவங்களை ஆராய்ந்ததில், காலத்தின் போக்கில் புதைப்படிவ உருவங்கள் மாறிக் கொண்டே வருவதும், குறிப்பிட்ட உயிரினங் களின் வளர்ச்சியில் ஒரு முற்போக்கான செயல்முறை இம் மாற்றத் துக்குக் காரணமாய் இருப்பதும் தெரிய வந்தது. மிகப் பழைய காலப் படிவுகளில் முதிராப் பண்புடைய தொல்லுயிர்மங்கள் உள்ளன. குறிப்பிட்ட காலங்களில் படிவுற்ற படிவுகளில் காணப் படும் புதைப்படிவங்கள் புவி வரலாற்றில் மீண்டும் தென்படுவதே இல்லை. இவற்றை வழிகாட்டிப் புதைப்படிவங்கள் (guide fossils) என்பர்.

உயிர்ம உருவங்களின் தொடர்ச்சியைச் சரியாகத் தீர் மானித்தபிறகு, அதற்கு ஒப்பான புவி வரலாற்றுக் காலங்களை ஏற்படுத்தியுள்ளனர். நிலப்பொதியியல் வயச் சார்புக் கால வரிசையின் அடிப்படை அலகுகள்: **பேரூழி** (era) புவியின் இருப்புக்

காலத்தில் ஒரு பெரும் பகுதி; **ஊழிக் காலம்** (period) பேரூழியில் ஒரு பகுதி; உயிர்க்காலம் பல சிறு பகுதிகளாகப் பிரிக்கப் பட்டுள்ளது. கால வகுப்பு (epoch, காலம் age).

ஒவ்வொரு பேரூழியைச் (era) சேர்ந்த காலப்பகுதியிலும் புவிப் பரப்பின் மேலோ நீர்த்தேக்கங்களிலோ உயிர்மப் பிண்டங் களைக் கொண்ட படிவு வரிசைகள் படிவுற்றன. ஒரு குறிப்பிட்ட பேரூழியில் படிவான ஒரு படிவுத்தொகுதிக்கு **ஊழிப்பிரிவு** (group) என்று பெயர். புவி வரலாற்றின் குறிப்பிட்ட ஊழிக் காலத்தில் படிந்த ஒரு படிவு வரிசைக்குத் **தொகுதி** (system) என்று பெயர்.

இவ்வாறு புவி வரலாற்றில் பேரூழிகளின் தொடர்ச்சியான வரிசைகள் வரையறுக்கப்பட்டுள்ளன. இவற்றில் மிகப் பழமை யானது **ஆர்க்கேயன்** (Archaean) காலம்; இதில் எவ்விதமான தாவர மிருக உயிர்மமும் வாழ்ந்திருக்க முடியாது. இதற்குப்பிறகு வரும் பேரூழி **உயிர்த் தொடக்கக்காலம்** (proteroyoic) இக் காலத் தில் மிக எளிமையான உயிர்கள் தோன்றின. இதன் பிறகு வரும் பேரூழி **தொல்லுயிர்க் காலம்** (proterozoic) எனப் படுவது; இதில் தாழ்வகை உயிர்களும், தாவரங்களும் பேரளவில் செறிந்திருந்தன. கால வரிசைப்படி அடுத்துவரும் **இடை உயிர்க் காலத்தில்** (mesozoic) இன்றைய தாவரமிருக இனங்களுக்கு மாறு பட்ட, ஆனல், சிறந்த முறையில் ஒழுங்கமைதிகொண்ட (highly-organised) உயிரினங்களின் பரிணமம் நிகழ்ந்தது. எல்லா வற்றிற்கும் பிறகு அண்மையில் உள்ளது. **கடை ஊழி** (cenozoic); இக் காலத்தில்தான் நாம் இன்று காணும் தாவர மிருக இன உருவங்கள் தோன்றின.

ஆர்க்கேயன், உயிர்த்தொடக்கக்காலம் ஆகியவற்றை விவரிக் காது, தொல்லுயிர்க்காலத்தைக் கவனிப்போம். இது 5 முக்கிய ஊழிக்காலப் பகுதிகளை உடையது. இவையாவன: கேம்பிரியன் (Cambrian), சைலூரியன் (Silurian), ஆர்டோவிசியன் (ordovician), டெவோனியன் (Devonian), கார்பானிஃபெரஸ் (carboniferous), பெர்மியன் (Permian). இதன் பின் வரும் இடையுயிர்க்காலம் (Mesozoic) மூன்று பிரிவுகளை உடையது. ட்ரையாஸிக் (Triassic), ஜீராசிக் (jurassic), க்ரிடேஷியஸ் (Cretaceous), ஸெனஜாயிக் (Cenozoic) காலமும் (Neozoic) 3 பிரிவுகளை உடையது: பேலேயோஜீன் (Paleogene) நியோஜீன் (Neogene), குவாடர்னரி (Quaternary or Anthropogene).

அட்டவணை—6 (தொடர்ச்சி)

பேரூழி (Era) (ஊழிப்பிரிவு) (group)	குறி (Index)	ஊழிக்காலம் (Period) (தொகுதி) (system)	குறி (Index)	கால வகுப்பு (Epoch) (பிரிவு) (division)	(குறி Index)
தொல் லுயிர்க் காலம் பேலியோ ஜோயிக் (Paleozoic)	Pz	பெர்மியன் (Permian) 25,000,000	P	மேல் (டாடார்) Upper (Tatar) கீழ் (கழான்) Lower (Kazan)	P_2 P_1
		கார்பானிஃ பரஸ் (Carboniferous) 55,000,000	C	யூரல் மாஸ்கோ டினுடியன்	C_3 C_2 C_1
		டெவோனியன் (Devonian) 55,000,000	D	மேல் நடு கீழ்	D_3 D_2 D_1
		சைலூரியன் (Silurian) 120,000,000	S	மேல் (கோத்லாண்டு) கீழ் ஆர்டோவீஸியன் (Ordovician)*	S_2 S_1
		கேம்பிரியன் (Cambrian) 80,000,000	Cm	மேல் நடு கீழ்	Cm_3 Cm_2 Cm_1
உயிர் தொடக்கக் காலம் புரோடீரோ ஜோயிக் (Proterozoic)	Pt	இவற்றின் பிரிவுகள் குறுதல (local) முக்கியத்துவம் வாய்ந்தவை. 1,500,000,000—2,000,000,000			
உயிரில் காலம் ஆர்க்கேயன் (Archaean)	A				

* தற்போது ஒரு தனியான காலப் பிரிவாகப் பகுக்கப்பட்டுள்ளது.

அட்டவணை—6

நிலப்பொதியியல் காலநிரல் படம்

(Chart of Geologic Time)

பேரூழி (Era) (ஊழிப்பிரிவு) (group)	குறி (Index)	ஊழிக்காலம் (Period) (தொகுதி) (system)	குறி (Index)	கால வகுப்பு (Epoch) (பிரிவு) (division)	குறி (Index)
கடை உயிர்க் காலம் செனோ ஜோயிக் (Cenozoic)	Kz	குவார்டர்னெரி (Quaternary) *1,000,000*	Q	ஹோலோஸீன் (Holocene) பிளைஸ்டோஸீன் (Pleistocene)	Q_2 Q_1
		நியோஜீன் (Neogene) *27,000,000*	N	பிளையோஸீன் (Pliocene) மையோஸீன் (Miocene)	N_2 N_1
		பேலியோஜீன் (Paleogene) *32,000,000*	Pg	ஒலிகோஸீன் (Oligocene) இயோஸீன் (Eocene) பேலியோஸீன் (Paleocene)	Pg_3 Pg_2 Pg_1
இடையுயிர்க் காலம் மீஸோ ஜோயிக் (Mesozoic)	Mz	கிரிடேஷியஸ் (Cretaceous) *70,000,000*	Cr	மேல் (Upper) கீழ் (Lower)	Cr_2 Cr_1
		ஜீராஸிக் (Jurassic) *25,000,000*	J	மால்ம் (Malm) டோகர் (Dogger) லையாஸ் (Lias)	J_3 J_2 J_1
		ட்ரையாஸிக் (Trassic) *30,000,000*	T	மேல் (Upper) நடு (Middle) கீழ் (Lower)	T_3 T_2 T_1

தொல்லுயிர்க் காலத்தின் பிரிவுகளோ கேம்பிரியன், சைலூரியன், டெவோனியன், பெர்மியன் ஆகியவை இவை தகை சால்பான புதைப் படிவங்களுடன் முதன் முதலாகக் காணப்பட்ட இடங்களின் பெயர்களேயே கொண்டுள்ளன. கார்பானிபரஸ் காலத்துக்கு நிலக்கரி வயல்களின் முக்கியத்துவத்தைக் குறிக்கு மாறு பெயர் சூட்டியுள்ளனர். இக் காலத்து நிலக்கரி வயல்கள் டோனெட்ஸ், மாஸ்கோ மற்றும் பல பேசின்களில் வளர்ந்த செழிப்பான தாவரங்களால் ஆனவை; இத் தாவரங்கள் உலகில் முதன் முதலாகத் தோன்றிய தாவரங்களாகும்.

கடை ஊழியின் (cenozoic era) காலப் பிரிவுகள் அந்தப் பிரிவில் வாழ்ந்த மிருக வகையின் பெயரை ஏற்றன. பேலியோ ஜீன் (palaeogene) காலத்தில் இன்று காணப்படாத முதுகெலும் புள்ள பிராணிகளின் எலும்புகள் கணப்படுகின்றன. நியோஜீன் (Neogene) காலத்தில் முதுகெலும்புள்ள உயிரினங்கள் இன்றுள்ள பாலூட்டி வகையின் உருவத்தைப் பெரும்பாலும்பெற்றுவிட்டன. கடைசியாக குவார்டனரி காலத்தில்தான் (quarternary or Anthropogene) மனிதன் தோன்றினன். பேரூழிகள் (eras) ஊழிக் காலங்கள் (periods) ஆகியவற்றின் சுருக்கமான விவரணையை அட்டவணை 5-ல் காண்க.

அடிப்படை காலப் பிரிவுகள் (eras—groups, periods—systems) வழக்கமாக சுருக்கு முறையில் எழுதப்படும், இப் பிரிவு களின் "லேட்டின்" (Latin) பெயர்களின் முதல் எழுத்துகள் இக் குறியீடுகளாக அமைகின்றன.

ஊழிக் காலத்துக்கும் (periods) சிறிதான காலப் பிரிவு குறியீட்டுக்கு வலப்புறத்தில் ஒப்பான எண் ஒன்றினல் குறிப்பிடப் படும். இவ்வாறு, கார்பானிஃபரஸ் தொகுதியின் குறியீடு C. இதனுள் அடங்கிய முதல் கீழ்ப்பிரிவு C1. இப்பிரிவு இன்னும் பல பிரிவுகளாக (படிவு நிலைகள், stages; அமைவு formation) பிரிக்கப்பட்டிருந்தால் அவற்றை $C1^1$, $C1^2$, $C1^3$ என்று குறிப் பிடலாம். எண்கள் படிவாக்கத்தின் முறைமையைக் காட்டும். அதாவது $C2^2$, $C1^2$-யை விட முதியது; ஆனல், $C1^2$-ஐய விட இளையது.

பேரூழி(era), ஊழிக்காலம் (period) ஆகியவற்றின்குறிகளும், அவற்றின் விரிவுகளின் குறிகளும் கால (வகுப்பு epochs) அட்டவணை-6ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

புவிப் பொருக்கின் வளர்ச்சி பற்றிய கோட்பாடுகள்

(Hypotheses on the Development of the Earth's (Crust)

புவிப் பொருக்கின் வளர்ச்சி பற்றிய ஆராய்ச்சிகள் காலத்துக்குக் காலம், அவ்வக் காலத்தின் அறிவுக்கு ஏற்ப, மாறுபட்டவாறு இருந்தன.

புவியின் பிறப்பு பற்றிய காண்ட்-லேப்லாஸின் நெபுலாக் கோட்பாடு 19ஆம் நூற்றுண்டின் தொடக்கத்தில் வாழ்ந்த நிலப் பொதியியல் அறிஞர்களின் புவிப் பொருக்கு ஆராய்ச்சிகளைத் தன் விளைவாட்சிக்குட்படுத்தியது. 1829ஆம் ஆண்டு எலீடி போமாண்ட் (elie de Beaumont)புவிப்பொருக்கு சுருங்கியது என்ற கோட்பாட்டை வெளியிட்டார். இக் கோட்பாடு புவியின் உட்கருப்பகுதி குளிர்வடைந்ததால் வெளிப்புறப் பொருக்கும் அதைப் பின்பற்றியதால் மடிப்புகள் ஏற்பட்டு பாறைப் படிவுகள் மடிக்கப்பட்டு மடிப்பு மலைகள்போல் புடைத் தெழுந்தது என்ற அடிப்படைக் கருத்தைக் கொண்டது. இது 19ஆம் நூற்றுண்டில் நிலப்பொதியியல் ஆய்வாளர்கள் எல்லோராலும் பெரிதும் போற்றப்பட்ட புவிப் பொருக்குக் கோட்பாடாக இருந்தது.

இக் கோட்பாட்டைப் பின்பற்றிய சில அறிவியலாளர்கள், ஆல்ப்ஸ் மலை மடிக்கப்பட்டு மேலெழுப்பப்படுமுன் சுருங்காத நிலையில் புவிப் பொருக்கில் எவ்வளவு பரப்பைக் கவர்ந்திருந்தது என்று கணக்கிட்டுள்ளனர். எடுத்துக்காட்டாக, ஆல்பர்ட் ஹைம் (Albert Heim), 120 கி.மீ. என்று கணித்தார்; பிறகு, அதையே பன்மடங்காக அதிகரித்தார். மற்ற அறிவியலாளர்கள் இப்பட்டை சுருங்குவதற்கு முன் 2000—3000 கி.மீ. பரப்பளவு உடையதாக இருந்திருக்க வேண்டும் என்று கருதினர்.

E. ஹாவ்க் (E. Haug) இக் கோட்பாட்டை மேலும் வளர்த்தார். இவர் தீவிரமாகப் படிவு ஏற்படும் இடத்தில் புவிப் பொருக்கில் தொய்வுகள் ஏற்படுகின்றன என்னும் நிலமடிவுக் கருத்தைப் (James Dwight Dana; Harry Fielding Reid, மற்றும் பல நிலப் பொதியியலாளர்கள் ஏற்படுத்தியது) பயன்படுத்தி மலைத் தொடர்களை ஆயும்போது காணப்படும் சில தோற்றப்பாடுகளை விளக்கினுர்.

இவருடைய கொள்கைப்படி, கண்டங்கள் அமிழும்போது, அவற்றிற்கு இடையே ஏற்படும் புவிப் பொரைத் தொய்வுகள் (geosynclines)இருமருங்கிலிருந்தும் அழுத்தப்படுகின்றன;இதனுல்,

ஒரு குழிவின் இருமருங்கிலும் மடிக்கப்பட்ட பகுதி ஏற்படுகிறது. மடிப்புகள் அவற்றை அடுத்துள்ள கண்டப் பகுதிகளை (மேடைகள்) நோக்கிச் சாய்ந்துள்ளன. எடுத்துக்காட்டாக, ஐபீரியன் தீபகற்பத்திலுள்ள பெத்தியன் கார்டிலிரா(Bethian Cordilleras) பைரீனி, ஆல்ப்ஸ், கார்ப்பேத்தியன், பால்கன், காகாஸஸ் ஆகிய மலைகள் வடக்காகச் சாய்ந்துள்ளன. ஆனால், ஆப்பிரிக்காவில் உள்ள அட்லாஸ் மலைகள், அப்பினைன் மலைகள், பால்கன் தீபகற்பத்திலுள்ள டினாரிக் ஆல்ப்ஸ், ஹெல்லினிடெஸ் ஆசியமைனரில்உள்ள டாரஸ் மலைகள், இரான் மலைகள் ஆகியவை தெற்கு நோக்கிச் சாய்ந்துள்ளன.

இக் கருத்துக்களை லியோ போல்டு கோபர் மேலும் வளர்த்தார். இவர் கண்டங்கள், கடல் குழிவுகள் எல்லாவற்றின் அமைப்பையும் காட்டும் ஒரு படத்தைத் தயாரித்தார். கோபர் தனது கொள்கைக்கு அடிப்படை அலகுகளாக, கடலடித் தொய்வுகளில் இருந்து பிறக்கும் 'மலைவளர் பகுதிகளையும் (orogens) மிகுந்த நிலைப்புத்தன்மை வாய்ந்த படிகவயமான குறிப்பிட்ட புவிப் பொருக்கு அமைப்பு வகையையும் (Kratogens—சிலர் இதைக் கேடயம், shield, தட்டுகள், plates, மேடைகள், platforms, என்பர்) பயன்படுத்தினர். புவிப்பொருக்கின் பெரும் பகுதிகள் நேர்க்குத்தாக மேலே எழுப்பப்பட இயலாது என்று கூறும் சுருங்குதல் கொள்கையைப் பின்பற்றும் சிலருக்கு, (எ.கா. எட்வார்ட்டுஸூயஸ்) நேர்மாறாக உள்ளது கோபரின் கருத்து. இவற்றைத் தற்போது செங்குத்தாக மேலெழும்போது கண்டம் வளர்கிளர்ச்சி (epeirogenic—continent making or geocratic) என்றும், கடல் கோப்பு நிகழும்படி அமிழும்போது கடல் வளர் கிளர்ச்சி (thalassocratic) என்றும் கூறுவர்.

19ஆம் நூற்றாண்டின் இறுதியில் புதிய கொள்கைகள் வெளியிடப்பட்டன. இக் கொள்கைகள் அழுத்தச் செயல்முறைகள் ஏற்படவில்லை என்றும், சுருங்குதல் விதிக்குட்பட்ட செயல் முறைகளே நிகழ்ந்தன என்றும் கூறின. முதலாவதாக, நிலச்சமன்பாட்டுக் கொள்கையைப்பற்றி (Isostasy theory) குறிப்பிட வேண்டும். இதைக் க்ளேரன்ஸ் எட்வார்ட் டட்டன் வெளியிட்டார்; இதை மார்செல் அலெக்ஸாண்டர் பெர்ட் ராண்ட் I லுகா ஷெவிச் ஆகியோர் ஆதரித்தனர். இக் கொள்கைப்படி பல கனிமங்களால் ஆன பலவித கூட்டமைவையும், அடர்த்தியையும் உடைய புவியின் பலபடித்தான பொருக்கின் பகுதிகள் திரவ மேக்மாவின்மேல் தங்கி உள்ளன. ஆகவே, இத் தனித்தனிப் பகுதிகள் அவற்றின் தடிப்புக்கும் அடர்த்திக்கும் ஏற்ப வெவ்வேறு

ஆழங்களுக்கு, (நீரில் மிதக்கும் பொருள்களைப் போல்) மேக்மாக் குழம்பில் அமிழ்ந்தாற்போல் உள்ளன. வெவ்வேறு பகுதிகளின் மேற்பரப்பும் முதலில் சீரற்ற தோற்றமுடையனவாய் இருந்தன. நில அரிப்பு இச் சீரற்ற நிலையை மாற்றியது; உயர் பகுதகளில் இருந்த கனிமங்களைத் தாழ் பகுதிகளில் கொண்டுவந்து சேர்த்தது. இதனால் நிலத்தின் சுமை நிலைமாறியது. சுமை குறைக்கப்பட்ட இடம் மேலெழுந்தது; சுமை ஏற்றப்பட்ட இடம் மேக்மாவினுள் அழுந்தியது. இவ்வாறு நிலைமாறிய பகுதிகளினிடையே வெடிப்புகள் தோன்றின. இவற்றினூடே மேக்மா நுழைந்து வந்து பாறைகளிடையே புகுந்தது; இதனால் அப்பாறைகளின் எடை மிகுந்தது; சமநிலைகுலைந்தது. இக் கொள்கைக்குப் பலத்த எதிர்ப்பு இருந்தது. இக் கொள்கையின்படி நிலப்பொதியியல் செயல்முறை முற்றிலுமாக ஒரு முகப்படுத்தப்பட்டுவிட்டது; அதாவது, இக் கொள்கையின்படி இடம் பெயரும் பகுதிகள் மீண்டும் தமது முன்னையநிலைக்கு வரமுடியாது. இதைப்பற்றியே முக்கிய எதிர்ப்பு எழுந்தது. இக்கொள்கைப்படி ஒரு பகுதி தொடர்ந்தாற்போல் சுமையை இழந்தாலும், மற்றொரு பகுதி தொடர்ந்தாற்போல் சுமை ஏற்றப்பட்டவாறு இருக்க வேண்டும். இதனால், ஒரு பகுதி எப்போதும் உயர்ந்துகொண்டே இருக்க மற்றொரு பகுதி எப்போதும் தாழ்ந்து கொண்டே இருக்க வேண்டும். இது சரியா என்று எதிர்ப்பு கிளம்பியது. ஆனாலும், இக் கொள்கை மிகப் பரவலாக ஏற்றுக் கொள்ளப் பட்டிருந்தது. இதை இன்று பலவிதமான மாற்றங்களுடன் ஏற்றுக் கொண்டுள்ளனர்.

V. ஒப்ரூசெவின் (V. obruchev) கூற்றுப்படி: ''புவியின் வரலாறு மிக நீண்ட பரிணமக் காலங்களையுடையது; இக் காலங்களில் அமுக்கத்துக்கும் விரிவுக்கும் இடையே போட்டி நடந்தவாறே இருந்தது; ஆனால் கிளர்ச்சிகள் ஏற்பட்டபோது சமன்பாடு குலைக்கப்படுவதால், நிலை மேலும் கீழுமாக ஊசலாடியபடியே இருந்தது: பரிணமக் காலங்களுடன் மாறி மாறியபடி நிகழ்ந்த கிளர்ச்சிக்காலத்தில் அமுக்கத்துக்கும் விரிவுக்கும் இடையேநடந்த போர், விட்டுவிட்டுத் தீவிரமாக நடைபெற்றதால், புவிப்பரப்பின் புடை கூறுகள் திடும் திடும் எனப் பெரிதும் மாறின. ஒவ்வொரு காலப் பிரிவையும் ஒரு சுழற்சி (cycle) எனலாம்; இதனுள் பல படிநிலைகள் அமுக்கம் அல்லது விரிவின் வெற்றியைக் காட்டுவதாக உள்ளன.

பல கொள்கைகள் கண்டங்கள் சம கிடையாக மிதந்து சென்றன எனக் கூறுகின்றன. இவற்றுள் முக்கியமானது கிரேனைட் வயமான கண்டங்கள் பஸால்ட் வயமான அடித் தளத்தின் மேல்

அமுக்கச் சமநிலேயில் திரிகின்றன என்பதே ஆல்ப்ரெட் லோதர் வெகினர். (Alfred Lothar wegener) என்பவரால் வெளியிடப் பட்ட இக்கொள்கையின்படி, முதலாவதாக, ஒரேசீரான மெல்லிய கிரேனைட் படலம் ஒன்று மொத்த உலக மேற்பரப்பில் ஓடுபோல் அமைந்தது; ஆனுல், பேலியோஜோயிக் காலத்தில் சுழல் வீச்சு விசைகள் இவற்றை ஒரு பெரிய கண்டமாகச் சேர்த்தன. பின்னைய காலம் ஒன்றில், இதே போன்ற விசைகள் இக் கண்டத்தை உடைத்து, இக் கோளின் பரப்பில் அங்குமிங்கும் சிதறியடித்தன. இதனுல், இன்றைய கண்டங்களும் தீவுகளும் ஏற்பட்டுள்ளன.

இக் கொள்கையின்படி கண்ட மிதப்பு பின்வருமாறு நிகழ்ந்தது. இரண்டு அமெரிக்காக்களும், ஆப்பிரிக்கா, ஐரோப்பா விலிருந்து உடைந்து மேற்கு நோக்கி நகர்ந்து சென்று விட்டன. இதனுல் அட்லாண்டிக் மாகடல் உண்டாயிற்று. மேற்கு நோக்கி நகர்வதற்கு எதிராக பஸால்ட் அடித்தளம் கொடுத்த உராய்வு எதிர்ப்பினுல் ஆண்டீஸ், கார்டிலிரா மலேகள் ஏற்பட்டன. ஆசியாவிலிருந்து ஆப்பிரிக்கா உடைந்தது; உடைந்து இது ஓரள வுக்குத் தெற்குப்புறமாக வலஞ் சுழியாகத் திரும்பி இந்திய மாகடலுக்கு இடம் விட்டது. ஆஸ்திரேலியாவும், அண்டார்க்டி காவும் ஆப்பிரிக்காவும் ஆசியாவிலிருந்து உடைந்து, தெற்காகவும் ஒன்றைவிட்டு ஒன்று பிரிந்தவாறும் நகர்ந்தன. துருவத்திலிருந்து புவிநடுக்கோடு நோக்கி இயங்கிய அமுக்கம் அட்லாண்டிக்கிலிருந்து பசிபிக்வரை பரந்திருந்த கண்டங்களில் மலேத் தொடர்களைக் கிளப்பியது. அட்லாண்டிக்கிலும் (ஆண்டில்லிஸ் தென் ஹாவாய் தீவுகள்) பசிபிக்கிலும் (குரில், அல்யூஷியன், ஜப்பான், பிலிப் பைன்ஸ், சுண்டா தீவுகள்) உள்ள தீவுவளேயங்கள் நகர்ந்துசென்ற கண்டங்களிலிருந்து உடைந்து விடுபட்டுப் பின் தங்கிய துண்டுப் பகுதிகளே.

கண்டப் பெயர்ச்சிக் கொள்கை தவறுனது என்று நிரூபிக்கும் பொருட்டு V. பெலோவ் ஸோவ் (V. Belousov) பல குறிப்புகளே வெளி யிட்டார். வெகினரின் கொள்கை மேலும் கீழுமாக அலேயும் முக்கிய புவிப்பொருக்குக் கூற்றைக் கருத்தில் கொள்ளவில்லே. இது விட்டு விட்டு நிகழும் மடிப்புகளேயும் விளக்கவில்லே. பஸால்ட் அடித்தரை கிரேனைட் கண்டத்தைவிட நெகிழ்ச்சி உடையதாக இருக்குமானுல், பஸால்ட்டே மடிக்கப்படவேண்டுமே தவிர விரைப் பான கண்டம் மடிக்கப்படாது.பால்ஸட் விரைப்பாக இருக்கு மானுல் அது நிலேத்து இருக்க வேண்டும். மேலும், அமைப்பில் வேறுபட்டிருந்தாலும், கடல்களும் கண்டங்களும் புவிப் பொருக் கியல் முறையில் (geotectonically) வேறுபட்டவையல்ல என்ப

தற்குப் புவியின் முழு வரலாறும் சான்றாக உள்ளது. கண்டப் பெயர்ச்சிக் கொள்கை இந்த ஒற்றுமையை ஒப்புக்கொள்ளவில்லை. முடிவாக, கண்டங்களை நகர்த்தும் விசை எதுஎன்றே தெரியவில்லை. சுழல் வீச்சையோ விசையோ, பொங்கோதக் கவர்ச்சி விசையோ இத்தகைய பெரும் சுமைகளைத் தள்ளுமளவுக்கு வலிவுடையவை அல்ல.

இப் பிரச்சினையைத் தீர்க்க M.போரகெலோபோ ஒரு கருத்தை வெளியிட்டார். வாயுக்களையும், திரவங்களையும், சூறைக் காற்று களையும், எதிர் சூறைக் காற்றுகளையும் இயக்கும் விதிகளே இவற்றையும் இயக்குகின்றன. திரவநிலையில் மேக்மா எப்போதும் ஒரே நிலையில் இருக்க முடியாது. இது இடம்பெயர ஆரம்பித்தால் சூறைக்காற்றுகள் இயங்குவது போலவே இயங்கும்: இதன் இட மாற்றம் புவிப்பொருக்குக்கும் செலுத்தப்படும். நிலப்பரப்பின் மேலுள்ள புறக்கூறுகளைக் காணும்போது (கண்டங்களின் உருவங்களும், தீவுவளையங்களும்) அவற்றின் அமைப்பில் ஒரு குறிப்பிட்ட சீர்மை உள்ளது தெரியும். புவிப்பொருக்கின்கீழ், சூறைக் காற்று, எதிர் சூறைக்காற்று போன்று நிகழ்ந்த மேக்மா இயக்கங்களைப் பிரதிபலிப்பதை இதனால் உணரலாம். ஆனால், இந்த விளக்கங் களும் கண்டப் பெயர்ச்சிக் கொள்கையின் மற்ற குறைகளை நீக்கா.

ஜான் ஜாலி (john joly) புவிப்பொருக்குச் செயல்முறைகளில் கதிரியக்கத்தின் முக்கியம் பற்றிய கோட்பாட்டை வெளியிட்டார். இதை A. ஆர்க்கேஞ்ஜல்ஸ்கியும் (A. Arkhangelsky) மற்றவர் களும்.ஆதரித்தனர். வெகினரைப் போலவே ஜாலியும் கண்டங் கள் கிரேனைட்டால் ஆன திண்மங்கள் (sialic masses; அடர்வெண் 2.7) என்றும், இவை பஸால்ட்வய (simatic; அடர்வெண் 3.0) படலத்தின்மேல் மிதக்கின்றன என்றும் கருதினர். 35,000 மீ. வரை தடிப்பான கண்டங்கள் பஸால்ட் படுகையில் 30,000 மீ. ஆழம் வரை கடல்நீரில் பனிக்கட்டித் திப்பைகள் மிதப்பதுபோல் அமிழ்ந்தவாறு உள்ளன. பசிபிக்கடலின் அடியில் கிரேனைட் படலம் இல்லை; மற்ற கடல்களில் கிரேனைட் படலம் மிக மெல்லிய தாக உள்ளது. பஸால்ட் படுகை கடினமாக அசையாது இருக்கும் வர கண்டங்கள் நிலைத்துள்ளன. ஆனால், கதிரியக்க நசிவினால் விடுவிக்கப்படும் சூடு இப்படுகையில் கிளர்ச்சியை ஏற்படுத்துகிறது.

கதிர்வீசலால் (radiation) புவி இழக்கும் வெப்பத்தின் அளவை ஒரு குறிப்பிட்ட ஆழத்தில் கதிரியக்கத்தால் (radio activity) உண் டாகும் வெப்பத்தின் அளவு ஈடுசெய்துவிடுகிறது என்றும்,

இன்னும் அதிக ஆழத்தில் (சுமார் 48000 மீட்டர்) கதிரியக்கத்தால் விளையும் வெப்பம், கதிர்வீசலால் ஏற்படும் வெப்ப இழப்பைவிட அதிகமாக உள்ளதால் மெல்ல மெல்ல தேக்கப்படுகிறது என்றும் ஜாலி (joly) முடிவு செய்துள்ளார். 33—50 மில்லியன் ஆண்டு காலப்போக்கில் இவ்வளவு ஆழத்திலுள்ள பஸால்ட் படுகையின் வெப்பம் உருகுநிலையை எட்டிவிடும். இதனுல், பஸால்ட் படலத்தின் கனஅளவு உயர்ந்துவிடுகிறது; இதனுல் புவியின் மொத்த கனஅளவும் அதிகமாகிறது. இதன் விளைவாகக் கடினமான புவிப்பொருக்கு நிலைகுலைந்து உடைக்கப்படுகிறது; முக்கியமாகக் கடல்களின் தரைகளில் உடைப்பு ஏற்பட்டு, அங்குப் பேரளவுக்கு லாவா வெளியேற்றப்படுகிறது. பஸால்ட் படுகையின் பருமை அதிகமாகும்போது அடர்த்தி குறைகிறது. இதனுல், கிரேனைட் பொருள்கள் அதில் இன்னும் சற்று அதிகமாக ஆழ்கிறது; நிலப்பரப்பின் மேல் கடல்கோப்பு ஏற்படுகிறது. முடிவில், திரவமான பஸால்ட் படுகை சூரிய சந்திர பொங்கோத விசைகளால் மேற்கு நோக்கி நகர்த்தப்படுகிறது; இதனுல், இப்படுகை கண்டங்களையும் மேற்கு நோக்கிச் சுமந்து செல்கிறது. ஆனுல், இவ்வாறு கண்டங்கள் மிதந்து செல்லும்போது இவற்றின் கீழிருந்த பஸால்ட் படுகைப்பகுதிகள் கடலடிக்கடியே மூழ்கி, மெல்லக் குளிர்ந்து இறுகிக் கெட்டியாகிவிடுகின்றன. இவற்றின் அடர்த்தி அதிகரிக்கிறது. பருமன் குறைகிறது. புவியின் ஆரம் குறைகிறது; புவிப்பொருக்கு சுருங்குகிறது; கண்டங்கள் முன்னைய நிலையை அடைகின்றன; கடல்பின்வாங்கிக்கொள்கிறது. கடலடித்தரையின் மாபெரும் அமுக்கத்தால் கண்டங்களின் ஓரங்களில் மலைவளர்ச்சிகள் ஆரம்பமாகின்றன. இதன்பிறகு கண்டப் பெயர்ச்சி நிகழ்ந்ததைவிட அதிகமான ஓய்வுக்கால நிலை ஆரம்பிக்கிறது. மீண்டும் வெப்பச் சேமிப்பு ஆரம்பமாகிறது; மீண்டும் பஸால்ட் படுகை உருகுகிறது; இவ்வாறே மற்ற நிகழ்ச்சிகள் மீண்டும் நடைபெறுகின்றன.

ஜாலியின் கோட்பாடு ஒன்றையொன்று நம்பியுள்ள இரண்டு தோற்றப்பாடுகளை ஒன்றுக இணைத்து, நம் கோளின் வரலாற்றில் கிளர்வுக்காலம் (கண்டங்கள் இடம் பெயர்தல்)என்றும், பரிணமக் காலம் (கண்டங்கள் ஓய்வு பெறுதல்) என்றும் இரண்டு நிலைகளை உண்டாக்கியது. உள்-தோற்ற விசைகள் கிளர்வுக் காலத்தில் மேம்படுகின்றன; பரிணமக் காலத்தில் வெளித்தோற்ற விசைகள் மேம்படுகின்றன. இவை இரண்டும் புவிவரலாற்றில் மாறிமாறிப் பலமுறை சுழன்று வந்துள்ளன. ஜாலியின் இக் கொள்கையில் வெளிப்புறப் பொருத்தமும் முழுமையும் இருப்பதால் இது பல நிலப் பொதியாளர்களைத் தன்பால் ஈர்த்துள்ளது. ஆனுல்,

ஜாலியின் கொள்கை கதிரியக்க நசிவினுல் பெருமளவு வெப்பம் கிடைக்கிறது என்பதைமட்டுமே முக்கியமாக அறிவியலாளர்களின் கவனத்துக்குக் கொண்டு வந்துள்ளது.

ஜாலியின் கோட்பாட்டுக்கு அடிப்படை எதிர்ப்பு ஒன்று உண்டு. இதன்படி, உலகில் மறை புதிரான, ஆனுல், சீரான ஆக்கச் செயல் முறைகள் ஒரு குறிப்பிட்ட திசையில் முன்னேறு கின்றன; சாதாரண முறையில் நிகழ்ச்சிகள் மாறிமாறி நடப்பது மட்டுமே புவிவரலாற்றை ஆக்குவது இல்லை. கண்டங்கள் மலைத் தொடர்கள் ஆகியவற்றின் எல்லா அமைப்புக் கூறுகளையும் ஜாலி விளக்கவில்லை. இவருடைய கணக்குகள் மனப்போக்கானவை; உண்மைகளை ஆதாரமாகக் கொண்டவையல்ல; இவற்றில் தவறுகள் உள்ளதென நிரூபித்துள்ளனர்.

புதிய கதிரியக்க நிலைமாற்றக் கோட்பாடு ஒன்றை அண்மை யில் A. பெலோவ்ஸோவ் (Belousov) உருவாக்கியுள்ளார். இவர் கதிரியக்கத் தனிமங்கள் புவியினுள் சீரற்ற முறையில் பரவி யுள்ளனஎன்றும், இவற்றின் நிலைமாறியபடி உள்ளதென்றும் கருது கிருர்; இவர் கதிரியக்கமே முக்கிய ஆற்றல் ஆக்கக் கூறு என்றும் நம்புகிருர். புவிப்பொருக்கின் அடியில் பாறைகள் கதிரியக்க நசி வினுல் சூடாக்கப்படுவதால் குறிப்பிட்ட ஆழத்தில் விரிவடைந்து மேலே உந்தப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு புவிப்பொருக்கு இயக்கச் சுழற்சியின்போதும், கிரேனைட் உள் நுழைவுகள் ஏற்படுகின்றன என்று பெலோவ்ஸோவ் கூறுகிருர். இத்தகைய கிரேனைட் நுழைவு களின் அளவு மிகப்பெரிது என்று மட்டும் சொல்லலாம்; இதை அளந்து கூறமுடியாது. கிரேனைட் மற்ற பாறைகளைவிட அதிக கதிரியக்கத் தனிமங்களை உடையது. இதிலுள்ள ரேடியம் அளவு பஸால்டில் உள்ளதைவிட மூன்று மடங்கு அதிகமானது; மிகவும் கதிரியக்கமுடையதாகச் சொல்லப்படும் படிவுப்பாறையில் உள் ளதைவிட இரண்டு மடங்கு அதிகமானது. இதனுல்தான் கிரேனைட் நுழைவுகள் ஏற்படும்போது புவியில் கதிரியக்கத் தனிமங்களின் பரவுவிதம் மாறுபடுகிறது. புவிப்பொருக்கின் மேல்படலங்களில் கதிரியக்கத் தனிமங்கள் ஊட்டப்படுகின்றன; அடிப்படலங்களில் இவற்றின் அளவு குறைக்கப்படுகிறது. ஆனுல், உள்நுழைவு இயக் கத்தை எதிர்மாருகத் திருப்ப முடியாதாகையால், கதிரியக்கப் பொருள்கள் மேல்பரப்பை நோக்கி வந்து சேருவதையும் திருப்ப முடியாது. ஒவ்வொரு புவிப்பொருக்கு இயக்கச் சுழற்சியின் போதும் மலைவளர்ச்சி நிகழும் ஒரு குறிப்பிட்ட காலத்தில் கிரேனைட் நுழைவுகள் ஏற்படுகின்றன. கிரேனைட் நுழைவுகள் காலத்திலும் வெளியிலும் விட்டுவிட்டு நிகழ்கின்றன; ஏனெனில்,

கதிரியக்கத் தனிமங்களின் சுழல் வீச்சு இடப்பெயர்ச்சி சீராக இருப்பதில்லை: இதனுல் புவியிலுள்ள வெப்பநிலைகளும் சீராக இருப்பதில்லை. புவிப் பரப்பிலிருந்து கீழே செல்லச் செல்ல வெப்பம் அதிகரிக்கிறது. இது கதிரியக்கத் தனிமங்கள் எவ்வளவு கீழே பரவி யுள்ளனவோ அதுவரை அதிகரித்துக்கொண்டே செல்கிறது. இந்தக் கீழ்வரம்பிலுள்ள வெப்பம் மற்ற எல்லா ஆழங்களில் உள் ளதையும்விட அதிகமாக உள்ளது. கதிரியக்கத் தனிமங்களின் சுழல் வீச்சு இடப் பெயர்ச்சி புவியிலுள்ள படலங்களைக் குளிர்ச்சி யடைச் செய்கிறது; இதனுல் பொருள்களின் பருமை குறைந்து சுருங்குவதற்கு வழிஉண்டு.

புவிப்பொருக்கில், காலத்திலும் வெளியிலும், நிகழும் சீரற்ற அழுத்தங்களுக்குக் கதிரியக்கத் தனிமங்கள் அங்குமிங்குமாக நகர்ந்துகொண்டே இருப்பதே காரணமாக இருக்கலாம். நில மடிவின் (geosyncline) அச்சுப் பகுதியின் அடியில் இத் தனிமங்கள் முக்கியமாகத் திரண்டு கொள்வதால் அங்கு மிகுந்த வெப்பம் உண் டாகிறது. இதனுல் இவ்வாறு மிகுந்த வெப்பம் உண்டாகும் பகுதி களின்மேல் உள்ள நிலம், எப்போதாவது எப்படியும் பருமையுற்று மேலே எழும். அமிலவயப் பொருள்கள் எழும்போது கனமான பொருள்கள் அமிழ்கின்றன; இதனுல் சமன்பாட்டுக் கீழ்மடிவுகள் ஏற்படுகின்றன; ஏற்படும்போது புவிப்பொருக்கில் காரப் பாறை களின் நுழைவுகள் ஏற்படுகின்றன. புவிப்பொருக்கில் மேலெழு வதும் கீழே அமிழ்வதுமான இடப்பெயர்ச்சிகள் ஏற்படுவதாகவும் மேலெழும் பெயர்ச்சிகளின்போது மலைவளர்ச்சி ஏற்படுகிறது என்றும் பெலோவ்ஸோவ் கருதினுர். இவர் கிடைவாட்டப் பெயர்ச்சி இருக்க முடியாது எனக் கருதுகிறுர்.

70 கி. மீ. அளவுள்ள மேல்-பகுதியின் (superzone) அடியே உள்ள ஆழப்பகுதி (abyssalzone) எவ்வளவுக்கு புவிப்பொருக்குப் பிறழ்ச்சிகளைப் பாதிக்கும் என்பதுபற்றி இன்னும் சரியாகத்தெரிய வில்லை. புவியினுள் பொருளின் நிலைமை எப்படியிருக்கிறது என்றும் தெரியவில்லை. எடுத்துக்காட்டாக, வெப்பம் பொருள் களைப் பருக்க வைக்கிறது; குளிர்ச்சி சுருங்க வைக்கிறது. ஆனல், 70 கி. மீ. மேற்பரப்புப் பகுதிமட்டுமே விரிவதும் சுருங்குவதுமாக இருப்பதாகக் கொண்டால், புவிப்பரப்பில் நிகழும் இடப்பெயர்ச் சியின் பேரளவுக்கு வெப்ப மாற்றத்தால் நிகழும் விரிவும் சுருக் கமும் மட்டுமே காரணமாக இருக்க முடியாது. பொருளின் மொத்தநிலையில் ஏதோ நமக்குத் தெரியாத மாற்றங்கள் ஏற்படு கின்றன. ஆழ்நிலையில் உள்ள பொருள்களின் பௌதிக வேதி யியல் குணங்களைப் பற்றிய அறிவு இல்லாமல் எந்தவிதமான

அளவு சம்பந்தப்பட்ட கணக்கும் போட முடியாதாகையால். புவிப் பொருக்குக் கிளர்ச்சிபற்றிய நம்பத்தக்க கோட்பாடுகள் எதையும் உருவாக்க முடியவில்லை.

நிலப்பொதியியல் தலப்படங்களும் வெட்டுத் தளப்படங்களும்

நிலப்பொதியியல் தலப்படங்கள் (Geological maps): தல ஆய்வு (field work) முக்கிய விளைவுகளில் ஒன்றே நிலப்பொதியியல் தலப்படங்கள். இவை புவிப்பரப்பின் பல்வேறு பகுதிகளில் உள்ள நிலப்பொதியியல் அமைப்புகளைக் காட்டுகின்றன. ஒரு நிலப் பொதியியல் தலப்படம் புவிப்பரப்பில் பல காலங்களைச் சேர்ந்த பாறைப் படலங்கள் எவ்வாறு பரவியுள்ளன என்றும், பாறை களின் கூட்டமைவுகள், கனிம இருப்புகள், நிலநீர் பரவியுள்ள தன்மை போன்ற பலவற்றையும் காட்டுகின்றது.

ஓர் அடிப்படை நிலப்பொதியியல் அல்லது நில அடுக்கியல் தலப்படம் பல காலங்களைச் சேர்ந்த பாறைஅடுக்குகள் பரவியுள்ள விதத்தைக் குறிக்கின்றது. மேலும், பல பாறைகளும் உள்ள விதத்தைக் காட்டும் பாறைவயத் (lithologic) தலப்படங்களும் உள்ளன; புவிப்பொருக்கின் அமைப்பைக் காட்டும் தலப் படங் களும் உள்ளன; புவி மேற்பரப்பில் காணப்படும் புடைகூறுகளையும் உருவ அமைப்புகளையும் காட்டும் தலப்படங்களும் உள்ளன; இவையே புவிப் புற அமைப்புக்கும் அந்த இடத்தின் நிலப்பொதி யியல் அமைப்புக்கும் உள்ள தொடர்பையும், புவி வரலாற்றில் இவை அடைந்துள்ள மாறுதல்களையும் காட்ட வல்லவை; நிலநீர் எத்தகையது, எவ்வளவு ஆழத்திலுள்ளது, எவ்வளவு உள்ளது என் பவை பற்றியும் தகவல்களைக் காட்டும் படங்களும் உள்ளன. கனிமத் தலப்படங்கள் கனிமங்கள் எங்கு எப்படி உள்ளன, அவற்றின் தரம் என்ன, என்பன போன்ற தகவல்களைக் காட்ட வல்லவை.

நிலப்பொதியியல் தலப்படங்கள் கிடைக்கக் கூடிய நிலமேற் கூறியல் (topographical) புள்ளி விவரங்களைக் கொண்டு தயாரிக் கப்படுகின்றன. நிலத்தின் புடை கூறுகளைச் சம உயரக் கோடு களால் (contour lines) குறிக்கும் தலப்படங்கள் மிகவும் பய

ஒரு தலப்படத்தில் எவ்வளவு அதிகமாக நுண்ணிய புள்ளி விவரங்களை எவ்வளவு நுட்பமாகக் குறிக்கலாம் என்பது அப்

படத்தின் அளவலகைப் (scale) பொறுத்தது; இந்த அளவலகை நிலப்பொதியியல் ஆய்வின் அளவைப் பொறுத்துத் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும்.

ஒரு நிலப்பொதியியல் தலப்படத்தில் வழக்கமாகப் பயன்படுத்தப்படும் குறியீடுகள் எதை எதைக் குறிக்கின்றன என்பதைக் காட்டும் ஒரு பட்டியல் அல்லது அட்டவணை இருக்கும்.

1881-ல் அனைத்து நாட்டு நிலப்பொதியியல் காங்கிரஸ் ஏற்றுக் கொண்ட பாறைகளின் வயதைக் குறிக்கும் ஒரு வண்ண அலகை A. கார்பின்ஸ்கி என்பவர் ஏற்படுத்தினார். அதன்படி பல்வேறு அடுக்குத் தொகுதிகளைக் குறிக்கும் வண்ணங்கள் பின்வருமாறு இருக்கவேண்டும்.

Q குவார்டர்னரி-வெளிர் சாம்பல் அல்லது வெளிர் பச்சை
N நியோஜீன்—வெளிர் மஞ்சள்
Pg பேலியோஜீன்—ஆரஞ்சு
Cr க்ரிடேஷியஸ்—பச்சை
J ஜுராசிக்—நீலம்
T ட்ரையாசிக்—வெளிர் ஊதா
P பெர்மியன்—செங்கல் சிவப்பு
C கார்பானிபரஸ்—சாம்பல்
D டெவோனியன்—பழுப்பு
S சைலூரியன்—வெளிர் பச்சை
O ஆர்டோவிஸியன்—பச்சை—பழுப்பு
Cm கேம்பிரியன்—ஊதா.

தலப்படத்தின் வண்ணப்பட்டையில் பாறை அடுக்கியல்வய வயது குறியீடும் கொடுக்கப்பட்டிருக்கும்.

மேக்மாவயப் பாறைகளும், மாற்றியல் பாறைகளும், அவற்றின் வயதைப் பொருட்படுத்தாது, குறிப்பிட்ட நிறங்களால் காட்டப்படுகின்றன; அமிலப்பாறைகள் சிவப்பு, காரப்பாறை பச்சை, மாற்றியல் பாறை வெளிர் சிவப்பு (பிங்க்).

பாறைவயக் கூட்டமைவுகள் சாதாரணமாக வரைகோட்டுக் கிறுக்கல்களால் காட்டப்படும்.

ஒரு தலப்படத்தின் விவரப் பொறிப்பு (legend) ஒரு குறிப்பிட்ட விதிமுறைப்படியே இருக்கவேண்டும். வயது குறியீடுகள் மேலிருந்து கீழாகவோ, இடமிருந்து வலமாகவோ இளையதில்

தொடங்கி முதியதில் முடியவேண்டும். இவற்றை அடுத்து, பாறை எந்த வகையைச் சேர்ந்தது (மேக்மா வயமானது; மாற்றியல் வய மானது) என்பதைக் குறிக்கும் குறியும், பாறை வகையைக் குறிக்கும் குறியும் இருக்க வேண்டும். இதன்பிறகு தலப்படத்தில் உள்ள எல்லாக் குறிகளின் விளக்கமும் இருக்க வேண்டும். (பாறை அடுக்குகளின் இருப்புக் கூறுகள், பாறைப் பிறழ்ச்சிக் கோடுகள், பாறை வெளிப்படு பாறைகள் (outcrops), துருவுதுளைகள் மற்றும் பல).

நிலப்பொதியியல் தலப்படங்களில் சிலவழக்கங்கள் கையாளப் படுகின்றன. முதன் முதலாக குவார்டர்னரி பாறைகளைப் பற்றியது: குவார்டர்னரி பாறைகளின் மெல்லிய படலம், புவிப் பரப்பின் ஏறத்தாழ முழுப் பகுதியையும் அடியில் உள்ள பாறைப் படுகைகளை மறைத்தவாறு மூடிக்கொண்டுள்ளன. இதன் விளை வாக வழக்கமாகக் குவார்டர்னரி படிவுகளைக் காட்டுவதில்லை; அதற்கு அடியில் உள்ள பாறைகளை மட்டுமே காட்டுவது வழக்கம். இவற்றின் அடியில் உள்ள பாறைகளைப் பற்றி நம்பமாக எதுவும் தெரியாத அளவுக்கு இவை மிகவும் தடிப்பாக உள்ள இடங்களில் மட்டுமே இவற்றைக் காட்டுவர். (எ-டு.—காஸ்பியன் பகுதி). ஆற்றுப் பள்ளத்தாக்கு போன்ற இடங்களில் அதிகமான படிவுகள் ஏற்பட்டுக் கொண்டே உள்ள இடங்களிலும் இவற்றைக் காட்டு வது வழக்கம்.

ஒரு நிலப்பொதியியல் தலப்படலத்தைப் புரிந்துகொள்ள வேண்டுமானால் அந்த இடத்தில் உள்ள புடைகூறுகள் எவ்வாறு அங்குள்ள பலவகையான பாறை அடுக்குகளுடன் இயைந்துள்ளன என்பதைக் கற்பனை செய்து கொள்ளும் ஆற்றல் இருக்கவேண்டும்.

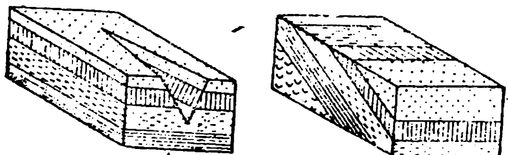
படிவுகள் சமகிடைவாட்டமாக இருக்குமானால் தலப்படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ள முக்கியப் பரப்புப் பகுதியின் நிறம் மேற்பரப் புக்கு வெகு அருகே உள்ள படலத்துக்கான நிறமாக இருக்க வேண்டும். பழைய பாறைகளின் பட்டைகள் (strips) பள்ளத் தாக்குகளின் நெடுகிலும் மட்டுமே காணப்படும்; இளைய பாறை களைக் குறிக்கும் இடங்கள் நீர்ப்பிரிவு இடங்களில் (water-sheds) மட்டுமே காட்டப்படும்.

படிவு அடுக்குகளின் விளிம்புகள் புடைகூறுகளின் சமஉயரக் கோடுகளுக்கு இணையாக இருப்பதைக் காணலாம்.

படிவு அடுக்குகள் செங்குத்தாக இருக்குமானால் தலப்படத்தில் காணப்படும் வெளிப்புப் பட்டைகள் கிடை நீட்ட வாட்டத்துக்கு

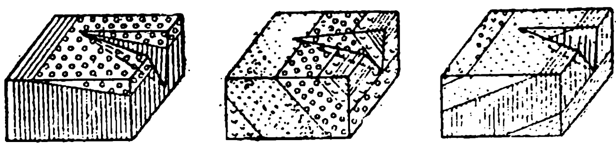
இணையாக நீண்டிருக்கும். அவற்றின் அகலம் அடுக்குகளின் தடிப்புக்குச் சமமாக இருக்கும்.

அடுக்குகள் சாய்வாகப் படிந்துள்ளபோது தலப்படத்தில் காணப்படும் பட்டைகள், சாய்வுப் பக்கத்தில் மூதிய படுகைகள் முதலாகவும், இளைய படுகைகள் அதனை அடுத்தவாறும் அமைந்திருக்கும் (படம் 113).



படம் 113. கிடை வாட்டமான (a) சற்றுச் சாய்வான (b) படுகைகளின் பிழம்புருவப் படங்கள்

படிவு அடுக்குகளின் விளிம்புக்கும் சம உயரக் கோடுகளுக்கும் உள்ள உறவு படுகைகளின் சாய்வுக் கோணத்துக்கும், நிலத்தின் சாய்மானத்துக்கும் சம்பந்தப்பட்டது.



படம் 114. பிழம்புருவப் படங்கள்

a—ஓடைக்கால் பக்கம் சரிந்துள்ள திசையிலேயே (அதைவிடச் சற்றுக் குறைவான கோணத்தில்) சாய்ந்துள்ள சாய்வுப் படிவுகள்.

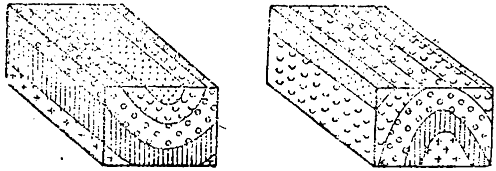
b—ஓடைக்கால் பக்கம் சாய்ந்துள்ள திசையிலேயே (அதைவிட அதிகமான) சாய்ந்துள்ள சாய்வுப் படிவுகள்.

c—ஓடைக்கால் பக்கமும், படிவு அடுக்கும் ஒரே திசையில் சாய்ந்துள்ளன.

படிவு அடுக்குகள் நிலத்தின் சாய்மானத்தின் பக்கம் சாய்ந்தவாறு இருக்குமானால் ஆனால் பின்னையதைவிடச் (சற்றுக்குறைவான சாய்வை உடையதாக இருக்குமானால்) அல்லது. இரண்டும் வெவ்வேறு திசைகளில் சாய்ந்திருக்குமானால், புடைகூறுகளின் சம உயரக் கோடுகளும், அடுக்குகளின் விளிம்புகளும் ஒரே திசையில் வரையப்பட்டிருக்கும் (படம் 114 a, c). அடுக்குகளின் சாய்வு புடைகூறைவிட அதிகமாகச் சாய்ந்திருக்குமானால், புடைகூறின் சமஉயரக் கோடுகளும் அடுக்கு விளிம்புகளும் வெவ்வேறு திசைகளில் வளைந்திருக்கும் (படம் 114 b).

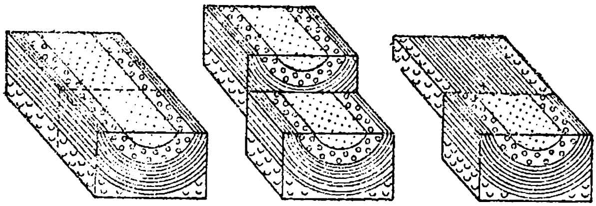
தலப்படத்தில் மடிப்புகள் வரையப்பட்டிருந்தால் மையத்தி லுள்ள படலத்தைக் குறிக்கும் நடுப்பட்டைக்குச் சமச்சீர்மையான பட்டைகளாகக் காட்சியளிக்கும். மேல்முக மடிப்புக்கும், கீழ்முக மடிப்புக்கும் உள்ள வேற்றுமை அடுக்குகளின் அமைப்பைப் பொறுத்ததே.

கீழ்முக மடிப்பில் நடுப்பாகத்திலுள்ள பட்டை எல்லாவற்றை யும்விட இளைய பாறையைக் குறிக்கும் (படம் 115a); மேல்முக மடிப்பில், இதற்கு மாறாக, இது எல்லாவற்றையும்விட முதிய பாறையைக் குறிக்கும் (படம் 115b).



படம் 115. பிழம்புருவப் படங்கள்:
a—கீழ்முக மடிப்பு; b—மேல்முக மடிப்பு.

தொடர்பு அற்றுப்போய் உடைந்தவாறுள்ள பாறை அடுக்கு களைக் காட்டும் தலப்படத்தை ஆயும்போது, அடுக்குகளின் கிடை நீட்டத்தையும் சாய்வுக் கோணத்தையும், நிலத்தின் சாய்மானத் தையும் கருத்தில் கொள்ள வேண்டும் (படம் 116).

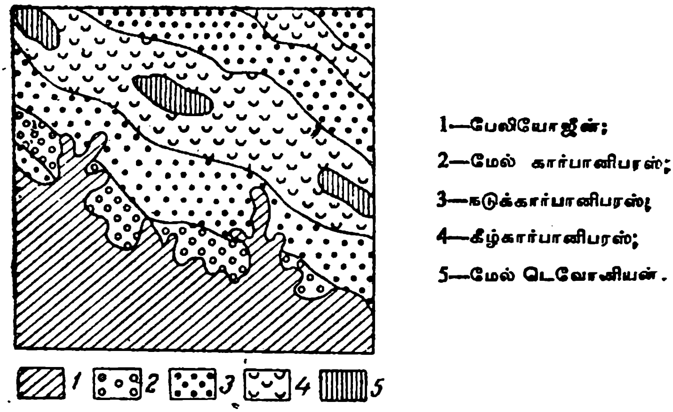


படம் 116. கீழ்முகமடிப்பில் உள்ள பிளவுப் பெயர்ச்சியின் பிழம்புருவப் படங்கள்

a—பிளவுக்குமுன் கீழ்முக மடிப்பு; b—பிளவுப் பெயர்ச்சி; c—தேய்வுற்ற பிறகு பிளவுப் பெயர்ச்சி.

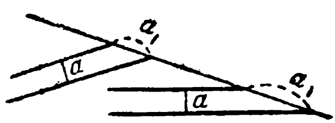
பாறை அடுக்குகள் உடன்படாதவாறு (unconformable படிவு விளிவு, இடையறவு) உள்ளபோது அவற்றின் விளிம்புகள்

தலப்படத்தில் ஒன்றையொன்று வெட்டியவாறு இருக்கும்; ஒரு தொகுப்பு மற்றொரு தொகுப்பை வெட்டியுள்ளது போல் காணப் படும் (படம் 117).



படம் 117. உடன்படாப் படிவு அடுக்குகள்

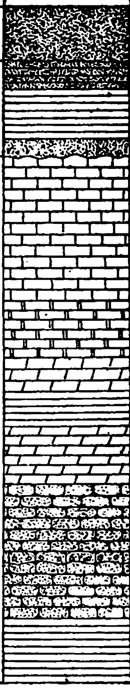
நிலப் பொதியியல் தலப்படத்தில் ஒரு படுகையையேகுறிக்கும் வெளிப்புப் பட்டையின் உருவம் அடிக்கடி பெரிதும் மாறுபட்டுக் கொண்டே இருக்கும். வழக்கமாக இது படுகையின் உண்மையான தடிப்பு மாறுபடுவதால் ஏற்படுவதில்லை; ஆனால், புடை கூறுகள் மாறுபடுவதாலும், படுகையின் சாய்வு மாறுவதாலும் அவ்வாறு வெளிப்பு மாறுபட்டவாறு காணப்படுகின்றன. ஆகவே, ஒரு குறிப் பிட்ட படுகையைக் குறிக்கும் ஒரு பட்டை அதன் தோற்ற அகலத் தைக் குறிக்குமே தவிர உண்மை அகலத்தைக் குறிக்காது. உண்மையான தடிப்பு ஒரே அளவாக உள்ள ஒரு சாய்மானத்தில் சிறிதளவே சாய்ந்தவாறாக உள்ள ஒரு படுகையின் தோற்றத்தடிப்பு (apparent thickness) சாய்வு செங்குத்தாக உள்ள சாய்மானத்தில்



படம் 118. உண்மை (a) தோற்றம் (b) தடிப்புகள்

உள்ளதைவிட அதிகமாக இருக்கும். இதற்கு மாறாக, சாய்வுக் கோணம் சீராக உள்ளபோது சாய்வுக் கோணம் குறையும் இடங் களில் தோற்றத் தடிப்பு அதிகமாகக் காணப்படும் (படம் 118).

ஆய்வு நடத்திய பகுதியைப் பற்றிய படிவு அடுக்க வெட்டுத் தளப்படத் தகவல்களை, அதாவது, அடுக்குகளின் பாறைக் கூட்டமைவு, நிலப்பொதியியல் வரிசை (sequence), தடிப்பு, வயது ஆகியவற்றை அடுக்கியல் தூண்படம் போல் காட்டவேண்டும் (படம் 119).

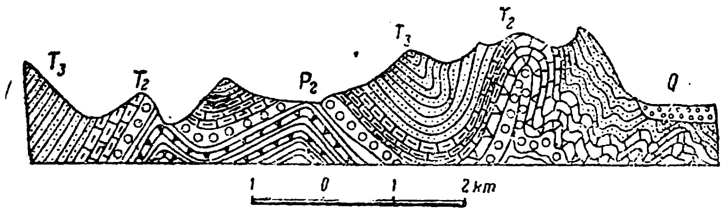
நிலப்பொதியியல் வயது			நிலப்பொதியியல் தூண்படம்	தடிப்பு மீ.	பாறைகளின் சுருக்கமான விவரம்
தொகுதி	கால வகுப்பு	குறி			
குவாடர்னரி		Q		5.5	குவார்ட்ஸ் மணல், மஞ்சள்–பழுப்பு, பல் மணியளவு, பருவெட்டான மணல் மேம்பாடானது
க்ரிடேஷியஸ்	கீழ்	Cr_1		7.0 2.5 – 3	சாம்பல் களி, மேலே மணல் வயக்களி; கீழே சுன்னக் களி; சுன்ன மஞ்சள்–சாம்பல் மணல்; கீழ்ப் பகுதிகளில் தறை–சரளை மண்ணாக மாறுகிறது.
கார்பானிபரஸ்	நடு	C_2		10.0	கெட்டியான வெள்ளை சுண்ணப் பாறை
				5.5	மஞ்சள் டோலோமைட், இதில் அரிதாகச் சுன்னமான பச்சைக் களிப் படலங்கள் உள்ளன.
				2.5	மஞ்சள், சாம்பல் சு. மண்
				2.0	மெல்லிய, சிவப்பு – சாம்பல் பலகைக் களி
				4.0	கெட்டியான சாம்பல் சு. மண்
				7.0–7.5	குவார்ட்ஸ் மணற் பாறை; வெளிர் மஞ்சள் நிறம், கெட்டியானது; நடுத்தர மணியளவு உடையது. அடியில் அரிதாகக் கூழாங்கல் உடைய தறை–சரளை மணற்பாறை உள்ளது
				4–5	கெட்டியான, சாம்பல் நிறச் சன்ன–மணல் பாறை
				5.0	கருஞ்சாம்பல் களிமண் பாறை

படம் 119. நில அடுக்கியல் தூண் படம்

நிலப்பொதியியல் வெட்டுத்தளப்படம்: இது பாறை அடுக்குகள் எவ்வாறு உள்ளன என்று தெளிவாகக் காட்டுகிறது. நிலப்பொதியியல் தலப்படங்களுடன் வெட்டுத்தளப் படங்களையும் வரைவது வழக்கம் (படம் 120).

இத்தகைய வெட்டுத் தளப்படங்களின் (section) பொதுவான விதிகள்: 1. நிலப் பொதியியல் தலப்படத்தின்மேல் ஒரு குறிப்

பிட்ட திசையில் I-I அல்லது A-A போன்ற குறியீடுகளை இருமுனை களிலும் கொண்ட ஒரு கோட்டை வரைந்து கொள்ள வேண்டும்.



படம் 120. நிலப்பொதியியல் விளக்கமுறை வெட்டுத்தளப் படம்
k.m—கி.மீ; SSE—தெ. தெ. கி.

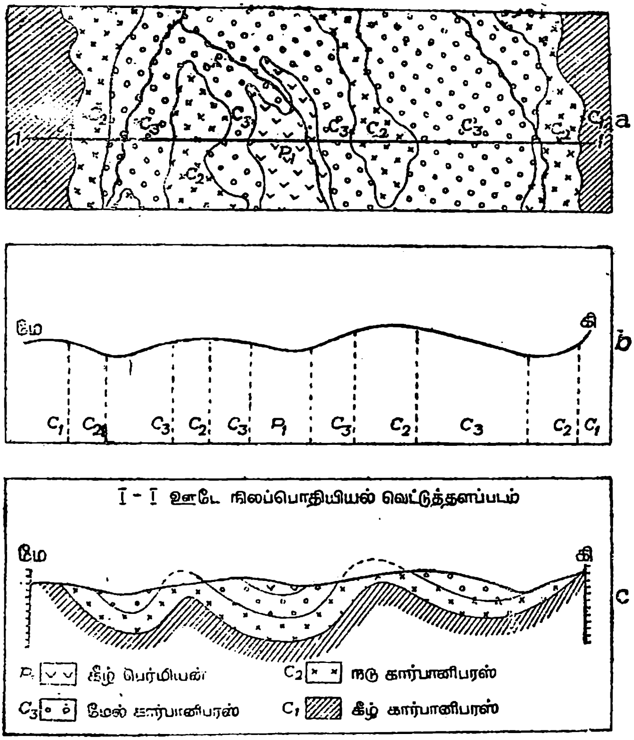
2. வெட்டுத் தளப்படத்துக்கு ஏற்ற ஓர் அளவு அலகைத் தேர்ந்தெடுத்துக் கொள்ள வேண்டும். தலப்படத்தின் நீள அளவு அலகும் இதன் அளவு அலகும் ஒன்ருக இருப்பது வழக்கம். படுகைகள் மிகவும் மெல்லியதாக இருக்கும்போது உயர அளவு அலகை அதிகமாக்க வேண்டும்.

3. ஒரு தனித்தாளில் ஒரு தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட கோட்டில் உள்ள உயரக் குறியீடுகளைக் தொண்டு நில மேற்கூறு வெட்டுத் தளப்படத்தை வரைந்து கொள்ள வேண்டும். இதைச் சரியாகத் திசையைக் காட்டுமாறு வைப்பதற்கு ஏற்ப, இருமருங்கிலும் வ-கி. அல்லது தெ-மே. போன்ற குறிகளை இடவேண்டும்.

4. நில மேற்கூறு வெட்டுத்தளப் படத்தில் நிலப் பொதி யியல் புள்ளி விவரங்களை எழுதவேண்டும்; படிவுகளின் விளிம்பு களையும் வரைய வேண்டும் (படம் 121-b).

5. பல்வேறு படிவு அடுக்குகளின் வெளிப்புகளையும் ஒப்பு நோக்குவதால் அமைப்பைப் புரிந்துகொள்ள முடியும். படுகைகள் மடிக்கப்பட்டிருந்தால், மடிப்புகளின் மையத்தில் உள்ள படலங்களை முதலில் வரையலாம். இதன் பிறகு மற்றப் படுகைகளை வரையலாம். படுகைகளின் நிலைமை, தடிப்புப் போன்ற படிவுக் கூறுகள் தெரிந்திருந்தால் அவற்றைக் கொண்டு பக்கத் தோற்றத்தை விளக்கமுறைப் படமாக (schematically) வரைந்து கொள்ளலாம். பின்னைய நிலைமையில் வெட்டுத் தளப்படம் முழுவதிலும் ஒவ்வொரு படலத்தின் உண்மைத் தடிப்பும் மாருமல் இருக்குமாறு படுகைச் சாய்வைத் தேர்ந்தெடுத்துக் கொள்ளலாம் (படம் 121-c)

6. ஒவ்வொரு பக்கத் தோற்றப் படத்துக்கும் குறிப்பிட்ட நிறத்தையோ அல்லது கோட்டுக் கிறுக்கல் முறையையோ தேர்ந்தெடுத்துக் கொள்ளலாம்.



படம் 121. நிலப்பொதியியல் விளக்கமுறை வெட்டுத்தளப் படத்தை வரையும் முறை

7. வெட்டுத்தளப் படத்தில் கையெழுத்திட வேண்டும்.

நிலப்பொதியியல் தலப்படங்களையும், வெட்டுத்தளப் படங்களையும் கண்டதுமே புரிந்துகொள்ளும் ஆற்றல் இருந்தால் ஒரு குறிப்பிட்ட நிலப் பகுதியிலுள்ள நிலப்பொதியியல் அமைப்பையும், அங்குள்ள பாறை வகைகளையும், அந்த இடத்தின் நிலப் பொதியியல் வரலாற்றையும் தெளிவாகக் கற்பனைசெய்துகொள்ள உதவியாக இருக்கும்.

கலைச்சொற்கள்

A

Abrasion — அரிப்பு
Accessory mineral — துணைக் கனிமம்
Active layer — இயக்கப்படலம்
Alimentation region — நீர் ஊட்டப்பகுதி
Alluvial fan — ஆற்றடி வண்டல் விசிறி
Alluvial terrace — ஆற்றரி மேடை
Alluvium — ஆற்றடி வண்டல் படிவு
Amorphous state — படிம நிலை
Amygdules — கண்ணடைவுகள்
Angular unconformity — கோணப்படிவு விளிவு
Anisotropic — மாறு குண
Anthra cite — அனல்மலி நிலக்கரி
Anticline — மேல்முக மடிப்பு
Anticlinorium — பெரு மேல்முக மடிப்பு
Aphanitic structure — புலனுகா அமைப்பு
Arenaceous rock — மணல்வயப் பாறை
Artesian well — ஆர்டீஷியன் கிணறு
Atmosphere — காற்று மண்டலம்
Avalanche — பனிப்பாறை வீழ்ச்சி
Axis of symmetry — சமச்சீர்மை அச்சு
Azoic — உயிரில் காலம்

B

Barkhan — பிறை எக்கர்
Barysphere — வெப்பக்கோளம்
Base level of erosion — அரிப்புத்தடை மட்டம்
Belt of cementation — பிணைப்பியல்வயப் பட்டை

Benthos — கடலடி உயிர்
Biological weathering — உயிரியல் உகலியக்கம் அல்லது உயிர்ம உகலியக்கம்
Biosphere — உயிர் மண்டலம்
Bog ore — அழுவத்தாது, சதுப்பு நிலத்தாது
Boulders — திரளைகள்
Brine — உப்பு நீர்

C

Caldera — எரிமலைப் பெருவாய்
Canyon — ஆழ்பள்ளத்தாக்கு
Centre of symmetry — சமச்சீர்மை மையம்
Chemical weathering — வேதியியல் உகலியக்கம்
Clastic rocks — நொறுங்கல் பாறை
Clay-marl — சுதை களிமண்
Cleavage — கனிமப் பிளவு
Coal — நிலக்கரி
—allochthonous — இடம் மாறிவந்தது
—autochthonous — ஒரே இடத்தில் கிடந்தது
—brown — பழுப்பு நிலக்கரி
—peat — சக்கை நிலக்கரி
Conchoidal fracture — சங்கு முறிவு
Concretions — கணுத்திரள்கள்
Confining bed — உள்ளடக்குப் படுகை
Conglomerate — உருள்கல் பாறை
Contact metamorphism — தொடுபாறை மாற்றம்
Coral reef — பவளத்திட்டு
Corrasion — காற்றரிப்பு
Crust of weathering — உகலியக்கப் பொருக்கு
Cryosphere — வெண்பனி மண்டலம்
Crystals — படிகங்கள்
Cyclone — சூறைக்காற்று

D

Deflation — தூசகல்வு
Delta — கழிமுகம்
Deluvium — நீருகல்வுப் படிவு

Denudation — பாறைத் தேய்வு
Dia genesis — இருமாற்ற ஆக்கம்
Diapir fold — மணியுருவ மடிப்பு
Differentation — பிரிந்து படிதல்
Dip — சாய்வு
Drinage basin — வடிநில பேசின்
Druse — கொப்பறைப் பொருக்கு
Dune — எக்கர், மணல்மேடு

E

Earth quake — நில அதிர்ச்சி
Eluvium — நீங்கா உகலியக்கப் பொருக்கு
Endogenous process — உள்ளாக்கச் செயல்முறை
Eolation — காற்றியக்கம்
Epeirogenic — கண்டம் வளர்
Epicentre — வெளிமையம்
Epizone — வெளிப்பகுதி
Epoch — கால வகுப்பு
Era — பேரூழி
Erosion — அரிப்பு
Erratics — குந்து பாறைகள்
Estuary — கடல் வாய்ப்பகுதி
Exaration — குழிவாக்கப்பட்ட தளம்
Exogenous process — புறத்தோற்றச் செயல்முறை

F

Facies — படிநிலை
Fault — பிளவு
Fissure — வெடிப்பு
Fluvioglacial deposit — நீர்-பனிப்படிவு
Folding — மடிப்பு
Fracture — முறிவு
Fumarole — புகையும் எரிமலை

G

Geocratic — கண்டம் வளர்கிளர்ச்சி
Geode — நிறை பொந்து
Geographical cycle — புவியியல் சுழல்

Geoid — புவியுரு
Geological map — நிலப்பொதியியல் தலப்படம்
Geosphere — புவிக்கோளம்
Géosyncline — நிலமடிவு
Geothermal gradient — புவி வெப்ப ஏற்றம்
Geyser — வெப்ப நீருற்று
Glacier — பனியாறு
Graben — பிளவிடைப் பள்ளம்
Gravel — சரளைக்கல்
Gorge — இடுக்குப் பள்ளத்தாக்கு
Guide fossil — காட்டிப் புதை படிவம்
Gully — ஓடைக்கால்

H

Hanging glacier — தொங்கு பனியாறு
Hightide — உயர் பொங்கோதம்
Horst — பிளவிடை மேடு
Humus — மக்கல் உரம்
Hydrogeological map — நீர் நிலப்பொதியியல் வயத் தலப்படம்
Hydrosphere — நீர்மண்டலம்
Hydrostatic pressure — நிலை நீரியக்க அழுக்கம்
Hydrothermal deposit — நீர் வெப்பப் படிவு
Hypocentre — உள் மையம்

I

Infiltration — ஊடு பரவல்
Inland sea — உள்நிலக் கடல்
Interstratal water — அடுக்கிடை நீர்
Intrusions — உள் நுழைவுகள்
Ionosphere — மின்னணு மண்டலம்
Isostacy theory — நிலச் சமன்பாட்டுக் கொள்கை
Isotropic — சம குண

K

Katamorphic zone — கட்டழிவியற் பகுதி
Kratogen — கேடய நிலம்

L

Laudslide — நிலச்சரிவு
La-terite — செம்பரல் பாறை, சொறிக்கல்
Lignite — பழுப்பு நிலக்கரி
Limestone — சுண்ணப்பாறை
Line of strike — கிடை நீட்டக் கோடு
Lithosphere — கல் மண்டலம்
Littoral sediments — கரை உகலோட்டப் படிவு
Loam — குறுமண்
Lustre — மிளிர்வு

M

Magma — மேக்மா, பாறைக் குழம்பு
Mantle — போர்வை
Map — தலப்படம்
Marb!e — சலவைக்கல்
Marl — சுதை மண்
Mechanical weathering — பௌதிக உகலியக்கம்
Melonitisation — அரைப்பியக்கம்
Meridian — மெரிடியன்
Metamorphism — பாறை மாற்றம்
—contact — தொடுபாறை மாற்றம்
—dynamic — இயக்கவியற் பாறைமாற்றம்
—hydrothermal — நீர் வெப்பப் பாறைமாற்றம்
—Pnenmatolytic — வாயுவயப் பாறைமாற்றம்
—regional — பெருந்தலப் பாறைமாற்றம்
—thermal — வெப்பப் பாறைமாற்றம்
Meteorite — உற்கம்
Mica — மைகா, அப்ரகம்
Mineral — கனிமம்
Mineral bardness — கனிமக் கடினஎண்
Mineralising agent — கனிம ஊட்டச் செயனி
Monadrock — ஒண்டிமலை
Monoclinic system — ஒரு சாய்த்தொகுதி
Moraine — பனியாற்றுப் பொதி
—ground — தரை பனியாற்றுப்பொதி
—internal — உள்பொதி
—lateral — பக்கப்பொதி

Moraine, lower — அடிப்பொதி

—medial — நடுப்பொதி

—terminal — கடைப்பொதி

N

Native elements — இயல் தனிமங்கள்

Neve — தூள் பனி

O

Off-shore bar — கரை விலகு தடைக்கரை

Ooze — குழைசேறு

Ore mineral — தாதுக் கனிமம்

Organic weathering — உயிர்வய உகலியக்கம்

Orogenesis — மலைவளர் பிறழ்ச்சி

Outwash plain — பனியாற்றுப் படிவுவெளி

Oxbow lake — விடுவளை ஏரி

P

Pelagic zone — ஆழ்கடல் படிவுப் பகுதி

Percolation — உள் ஊறல்

Permafrost — நிலை பனி

Permeability — நீர் நுழைமை

Plane of symmetry — சமச்சீர்தளம்

Plankton — மிதக்கும் கடலுயிரி

Pneumatolysis — வாயுவயப் பாறை மாற்றம்

Porosity — புரைமை

Pot-hole — முடுக்கர்

Proluvium — அடுக்கற்ற உகுபொருள்

Psammitic rock — மணல் நிறை பாறை

Psephitic rock — உருள்கல் மூல மாற்றப் பாறை

Pyroclastic rock — நொறுங்கல் எரி பாறை

R

Rapid — விரைவீ

Rare elements — அரிய தனிமங்கள்

Refractory clay — அனல் பொறு களிமண்

Regression — கடல் பின்வாங்கல்

Relief — புடைகூறு

Relief, mature — முதிர்ந்த புடைகூறு
—old — முதிய புடைகூறு
—youthful — இளமைப் புடைகூறு
Reverse fault — எதிர் பிளவுப் பெயர்ச்சி
Rock fall — பாறை வீழ்ச்சி
Rocks — பாறைகள்
—acid — அமிலப் பாறை
—arenaceous — மணல்வயப் பாறை
—basic — காரப் பாறை
—clastic — நொறுங்கல் பாறை
—effusive — வெளி உமிழ் பாறை
—ferruginous — அயவயப் பாறை
—hypabyssal — இடை ஆழ்நிலைப் பாறை
—metamorphic — மாற்றியியல் வயப்பாறை
—pyroclastic — எரியியல் வயப் பாறை
—rudaceous — திரளைவய அல்லது, உருள்கல் நிறை பாறை
—sedimentary — படிவியல் பாறை
—siliceous — சிலிகாவயப் பாறை
—ultrabasic — மிகுகாரப் பாறை
Run off — வடிநீர்

S

Sandstone — மணற் பாறை
Sapphire — நீலமணிக்கல்
Sea quake — கடல் நில அதிர்ச்சி
Secretion — சுரப்புகள்
Seismogram — நில அதிர்ச்சிப் படம்
Seismographs — நில அதிர்ச்சிப் பொறி
Seismology — நில அதிர்ச்சிஇயல்
Shelf — கண்டத் திட்டு
Sink holes — புதை குழி, உள்வீழ்குழி
Snow-line — வெண்பனி மட்டம்
Soils — மண்கள்
Solfatara — கந்தக எரிமலை
Spatial lattice — வெளித் தட்டியமைப்பு
Specific gravity — அடர்வெண்
Splintery fracture — சுள்ளி முறிவு
Stalactite — கல் விழுது

Stalagmite	—	கல் புற்று
Stratosphere	—	வளியடுக்கு மண்டலம்
Streak	—	தூள் நிறம் (கனிம)
Strike	—	கிடை நீட்டம்
Structure	—	அமைப்பு
Swallow hole	—	விழுங்கு குழி
Swamp	—	அழுவம், சதுப்பு நிலம்
Swash	—	அலம்பு நீர்
Suffusion	—	நிலநீரின் அழிவு வேலை
Syncline	—	கீழ்முக மடிப்பு
Synclinorium	—	பெருங்கீழ்முக மடிப்பு

T

Talus	—	மலையடி உகல்
Tectonic forces	—	புவிப் பிறழ்ச்சி விசை
Texture	—	நுண் இழைமை
Thalassocratic	—	கடல் வளர் கிளர்ச்சி
Talweg	—	நடுத்தாக்கு
Thrust	—	முறிவுப் பெயர்ச்சி, உந்தல்
Tide	—	பொங்கோதம்
Trace element	—	இம்மித் தனிமம்
Transgression	—	கடல் கோப்பு
Troposphere	—	அடிவளி மண்டலம்
Trough fault	—	பள்ளப் பிளவுப் பெயர்ச்சி
Tsunamis	—	அதிர்கடல் அலை
Tufa	—	ஊற்றுச் சுண்ணப் பாறை

U

Unconformity	—	படிவு விளிவு

V

Vadose water	—	நிலையா நிலநீர்
Varved clay	—	படலக் களிப்படிவு (கால வரிகளையுடைய)
Vein	—	தாரை
Volcanism	—	எரியியக்கம்

W

Waste mantle	—	கழிவுப் போர்வை
Waterfalls	—	நீர்வீழ்ச்சி
Watertable	—	நிலநீர் மட்டம்
Water	—	நீர்
—ground	—	நிலநீர்
—magmatic	—	தணல் நீர்
—soil	—	மண் நீர்
—subsoil	—	அடிமண் நீர்
—vadose	—	நிலையா நிலநீர்
—young	—	இளைய நிலநீர்
Wave-cut terrace	—	அலை அரி தளம்
Weathering	—	உகலியக்கம்

Z

Zoic	—	உயிர்க்கால

பெயர்க்குறிப்பகராதி

பொருள்குறிப்பகராதி

உ

ஊ

எ

ஏ

ஐ

நீ

நு

நெ

நை

நொ

ப்

ப

பா